

**ANALISIS BAKTERI *COLIFORM* DALAM ES BATU DARI
BERBAGAI KANTIN DI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG**

(Sebagai Pengayaan Sumber Belajar Biologi Materi Kingdom *Monera*
Pada Peserta Didik SMA Kelas X Semester Ganjil)



Skripsi

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Mendapatkan Gelar Sarjana S1 dalam Ilmu Tarbiyah**



Oleh

Farida Putri Saadah
NPM. 1311060011

Jurusan : Pendidikan Biologi

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN
LAMPUNG
1438 H/ 2017 M**

**ANALISIS BAKTERI *COLIFORM* DALAM ES BATU DARI
BERBAGAI KANTIN DI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG**

(Sebagai Pengayaan Sumber Belajar Biologi Materi Kingdom *Monera*
Pada Peserta Didik SMA Kelas X Semester Ganjil)

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Mendapatkan Gelar Sarjana S1 dalam Ilmu Tarbiyah**



Jurusan : Pendidikan Biologi

Pembimbing I : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
Pembimbing II : Marlina Kamelia, M.Sc

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN
LAMPUNG
1438 H/ 2017 M**

ABSTRAK

IDENTIFIKASI BAKTERI *COLIFORM* DALAM ES BATU DARI BERBAGAI KANTIN DI UIN RADEN INTAN LAMPUNG

OLEH :
FARIDA PUTRI SA'ADAH

Es batu dikenal sebagai air yang dibekukan di dalam freezer dengan suhu dibawah 0° C. Es batu yang pengolahannya kurang baik dapat terkontaminasi bakteri penyebab penyakit, salah satunya kelompok bakteri *coliform*. *Coliform* merupakan suatu kelompok bakteri yang terkandung dalam jumlah banyak pada kotoran manusia dan hewan, sehingga bakteri ini sering dipakai sebagai indikator dari kualitas makanan dan air. Adanya kontaminasi pada es batu yang diujikan di kantin disebabkan karena bahan baku es yang digunakan, sanitasi kantin dan depot penjual es batu, proses pembuatan dan distribusi, higienitas alat yang digunakan, juga kebersihan diri pedagang atau penjamah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi apakah ada bakteri *coliform* dalam es batu dari berbagai kantin yang ada di Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung, serta untuk mengetahui manakah kantin yang sampel es batunya tergolong ke dalam cemaran berat, cemaran sedang, cemaran ringan dan memenuhi syarat.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi UPTD Balai Laboratorium Daerah Provinsi Lampung pada bulan April sampai dengan Mei 2017. Lokasi pengambilan sampel es batu di kantin-kantin yang ada pada UIN Raden Intan Lampung serta di depot penjual es batu. Penelitian dilaksanakan dengan dua tahap : 1. pengambilan sampel dari seluruh kantin juga dari depot penjual es batu dan dilakukan pengamatan terhadap kondisi kantin serta depot, 2. Pemeriksaan mikrobiologis dengan menggunakan dua jenis media diferensial, yaitu *MacConkey* serta *Eosin Methylene Blue* (EMB) untuk mengetahui apakah sampel yang diteliti positif terkontaminasi bakteri *coliform* atau tidak.

Sampel yang diteliti jika positif terkontaminasi bakteri *coliform*, maka pada kedua media tersebut akan tumbuh beberapa koloni bakteri. Jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media dihitung dengan menggunakan metode SPC (*Standar Plate Count*). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hampir seluruh sampel yang diteliti positif terkontaminasi bakteri *coliform*.

Kata kunci : Es batu, Kantin, Bakteri *Coliform*

MOTTO

وَأَرْسَلْنَا الرِّيحَ لَوَاقِحَ فَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا
أَنْتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ

Artinya : “Dan Kami telah meniupkan angin untuk mengawinkan (tumbuh-tumbuhan) dan Kami turunkan hujan dari langit, lalu Kami beri minum kamu dengan (air) itu, dan sekali-kali bukanlah kamu yang menyimpannya.” (QS. Al-Hijr (15) : 22)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayahnya yang senantiasa diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi sebagai tugas akhir perkuliahan. Penulis mempersembahkan skripsi ini sebagai tanda bukti dan kasih sayang penulis kepada :

1. **Ayahanda Muhammad Abdul Wajid Tusin Sayih, A.Md dan Ibunda Nadjmah** yang telah memberi kasih sayang yang tak pernah ternilai oleh sesuatu apapun, dukungan moral, spritual, dan material adalah sebagai bukti tanda kasih sayang beliau.
2. **Kakakku Awaluddin Al Fath Tusin Sayih, S. Kom dan Adikku Muhammad Fadhillah Umar** yang selalu memacu semangatku dengan memberikan motivasi, inspirasi untuk diriku agar terus tetap belajar dan semangat untuk merealisasikan segala keinginan dan cita-citaku di masa depan.
3. **Keluarga besar** yang senantiasa memberi dukungan dan semangat agar penulis dapat segera menyelesaikannya kuliahnya.
4. **Almamaterku tercinta Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung** yang telah memberikanku pengalaman dan pengajaran berharga dengan dosen-dosen yang profesional dibidangnya dan sahabat-sahabatku

yang menjalan kebersamaan dengan suka duka dalam perjalanan di dunia pendidikan yang telah diriku alami bersama.



RIWAYAT HIDUP

Penulis diberi nama Farida Putri Sa'adah merupakan anak dari Bapak Muhammad Abdul Wajid Tusin Sayih, A.Md dan Ibu Nadjmah dilahirkan di Tulang Bawang, pada tanggal 08 Juli 1995. Putri tunggal serta anak Ke-dua dari tiga bersaudara.

Mengenal pendidikan yang pernah penulis tempuh adalah Taman Kanak-Kanak TK Darmawanita Dipasena Jaya, lulus tahun 2001. Setelah itu melanjutkan Sekolah Dasar Negeri di SDN 1 Seputih Jaya pada tahun 2001, Pada tingkat Sekolah Dasar Penulis lulus tahun 2007. Setelah itu melanjutkan Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2007 di MTS N 1 Poncowati, Terbanggi Besar. Selama di SMP penulis aktif mengikuti ekstrakurikuler Drumband dan kesenian. Pada tingkat Sekolah Menengah Pertama Penulis lulus tahun 2010. Kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas pada tahun 2010 di MAN 1 Terbanggi Besar hingga lulus pada tahun 2013. Selama di SMA penulis aktif mengikuti ekstrakurikuler Rohis.

Pada Tahun 2013 penulis melanjutkan ke jenjang Perguruan Tinggi di Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung Fakultas Tarbiah Dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Utama Jaya Mataram Kecamatan Seputih Mataram Kabupaten Lampung Tengah Pada Tahun 2016 dan melaksanakan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di SMP AL-Kautsar Bandar Lampung pada tahun 2016. Selama menjadi Mahasiswa penulis pernah diamanahkan untuk menjadi asisten praktikum mata kuliah Mikrobiologi, dan Embriologi.

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq , dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Tak lupa sholawat serta salam penulis haturkan kepada junjungan Nabi Agung Muhammad SAW, beserta keluarga-Nya, para sahabat dan pengikut-Nya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

Skripsi yang berjudul : **“ANALISIS BAKTERI *COLIFORM* DALAM ES BATU DARI BERBAGAI KANTIN DI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG”**, Sebagai Pengayaan Sumber Belajar Biologi Materi Kingdom *Monera* Pada Peserta Didik SMA kelas X Semester Ganjil. Dalam proses penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dan kekeliruan, hal ini semata-mata karena keterbatasan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis mempunyai banyak harapan atas kritik dan saran bagi semua pihak agar nantinya skripsi ini dapat menjadi alat penunjang dan ilmu pengetahuan khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Penulis mengucapkan terimakasih dari lubuk hati yang paling dalam atas jasa dan masukan-masukan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini baik secara materil dan moril, maka pada kesempatan ini peneliti mengucapkan banyak terimakasih terutama kepada :

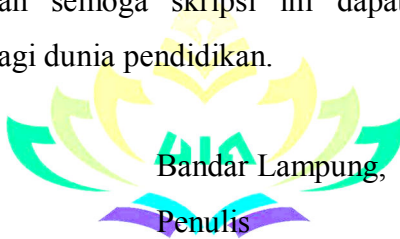
1. Bapak Prof. Dr. Moh. Mukri, M.Ag, selaku Rektor UIN Raden Intan Lampung.

2. Bapak Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung, yang telah memberikan kemudahan dan memfasilitasi penulis dalam mengikuti pendidikan.
3. Bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung, dan selaku pembimbing I yang selalu memberikan dukungan, arahan serta kemudahan dalam proses menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Marlina Kamelia, M.Sc. selaku pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, menyemangati dan mengarahkan penulis dengan segenap perhatian, kesabaran dan keikhlasan selayaknya seorang ibu terhadap anaknya dan arahan dalam menyusun skripsi ini.
5. Bapak Lamiran, S.ST. selaku pembimbing lapangan Laboratorium Mikrobiologi UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Lampung yang telah membantu dan memberikan banyak pengetahuan kepada penulis selama masa penelitian.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen di lingkungan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah memberikan ilmu dan wawasan kepada penulis selama berada di bangku perkuliahan.
7. Keluargaku tercinta, yang telah banyak memberikan semangat, motivasi, dan dukunga baik moril dan materil kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikan di kampus.
8. Fajar Kurniawan, seseorang yang senantiasa setia menemani disaat susah maupun senang dan selalu membantu juga memotivasi penulis dalam menyelesaikan semua tugas maupun skripsi ini.
9. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2013, khususnya kelas Bio A, yang telah memotivasi dan memberikan warna dan pelajaran dalam sejarah hidup saya selama perjalanan menjadi mahasiswi UIN Raden Intan Lampung.

10. Teman-teman satu kontrakan Perum Griya Sukrame 1 blok F1 no 18 : mbak Erfin Mahmudah, Nur Anisa, Rahmalia, Nur Lailatul Bisriyah, Rina dan Kartika Nurmala Sari yang telah membantu dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Sahabat seperjuangan satu tim mikrobiologi : Jamaluddin, Nuriyah Wahyuningsih dan Deffi Novitasari K. atas segala bantuan, doa dan motivasi yang telah diberikan sehingga saya selalu termotivasi untuk segera menuntaskan tanggung jawab sebagai mahasiswa akhir.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis, namun telah banyak membantu penulis dalam proses pengerjaan dan penyelesaian skripsi ini.

Semoga kebaikan yang telah diberikan dengan ikhlas dicatat sebagai amal ibadah di sisi Allah SWT, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan kontribusi bagi dunia pendidikan.

Aamiin Yarobbil'alamin.



Bandar Lampung, 11 Desember 2017

Penulis

Farida Putri Sa'adah
1311060011

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	9
C. Batasan Masalah	10
D. Rumusan Masalah	10
E. Tujuan Penelitian	11
F. Kegunaan Penelitian	11

BAB II. LANDASAN TEORI

A. Air	13
B. Es Batu.....	21
C. Mikroorganisme Indikator	25
1. Bakteri	27
2. Bakteri <i>Coliform</i>	27
D. Penelitian yang Relevan Mengenai Es Batu	30
E. Dampak yang ditimbulkan dari Mengonsumsi Air yang Tercemar. 39	
1. Demam Tifoid	39
2. Shigellosis	40
3. Kolera	41
4. Disentri Ameba (Amebiasis)	41
5. Diare.....	42
a. Patofisiologi	43
b. Diare Akut dan Kronik	45
c. Dehidrasi Karena Diare	46
F. Analisis Materi Pelajaran.....	47
G. Kerangka Pemikiran	48
H. Hipotesis Penelitian.....	52

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	53
B. Alat dan Bahan	53
C. Populasi Sampel	54
D. Cara Kerja	54
1. Sterilisasi Alat	54
2. Pembuatan Media	55
3. Pengenceran dan Inokulasi Sampel	55
4. Inkubasi	56

5. Pengamatan	56
E. Teknik Pengumpulan Data	57
F. Analisis Data	59
G. Alur Kerja Penelitian.....	60

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	61
B. Pembahasan	68
C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar	86

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	90
B. Saran	91

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

2.1 Es batu dari air matang dan air mentah	24
2.2 Bakteri <i>Coliform</i>	28



DAFTAR GRAFIK

Grafik

Halaman

4.1 Perbandingan cemaran bakteri	61
--	----



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Halaman

1. Lampiran alat dan bahan penelitian	1
2. Lampiran dokumentasi, proses dan hasil penelitian	2
3. Lampiran buku panduan penuntun praktikum Biologi SMA/MA	3
4. Lampiran data hasil pengamatan sampel es batu	4
5. Lampiran surat keterangan bebas pinjam alat dan bahan laboratorium...	5
6. Lampiran kartu kendali bimbingan skripsi.....	6
7. Lampiran nota dinas.....	7
8. Lampiran surat menyurat dan lain-lain	8

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia disebut sebagai negara kepulauan yang berdasarkan letak garis lintang serta bujur ada diantara 6° LU - 11° LS juga 95° BT - 141° BT. Negara ini secara geografis terletak diantara 2 benua, Asia juga Australia, serta 2 samudera, Pasifik juga Hindia yang mempengaruhi kondisi iklim di Indonesia. Nusantara ini seluruh wilayahnya berada di lingkungan yang beriklim tropik (panas), keadaan ini dikarenakan Indonesia sendiri ada berada di lintang yang rendah dan dilalui oleh garis khatulistiwa.¹

Iklim Indonesia dipengaruhi oleh angin muson, yaitu angin yang berhembus tiap setengah tahun sekali dan selalu berganti-ganti arahnya. Angin ini arahnya selalu berubah-ubah menyebabkan adanya dua musim di Indonesia tiap tahunnya, yaitu kemarau dan penghujan.

¹ Sukma Perdana, "Hubungan Letak Astronomis, Geografis, Geologis dan Luas Wilayah dengan Sumber Daya di Indonesia", (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Guru dan Tenaga Kependidikan), 2016, hlm. 1-4.

Penduduk Indonesia memiliki kebiasaan cenderung lebih suka mengonsumsi bermacam-macam makanan dan minuman yang sifatnya dingin juga menyegarkan, diantaranya yang mengandung es batu. Es batu adalah produk pangan yang sangat dikenal masyarakat secara umum juga dianggap aman untuk dikonsumsi.

Es batu adalah air yang dibekukan di dalam alat pendingin bersuhu 0° C. Suhu es batu yang rendah diduga bisa menghalangi perkembangan mikroorganisme, dimana semua reaksi metabolisme diurai dengan bantuan enzim, dan kecepatan reaksi katalis tersebut umumnya dipengaruhi oleh temperature.²

Air yang gunakan membuat es batu haruslah higienis juga memenuhi standar sanitasi. Bisnis es batu sekarang masih dalam skala kecil sehingga sampai saat ini, belum ada pemberlakuan peraturan juga perizinan, serta rekomendasi kelayakan yang baku ditinjau dari segi higienis dan sanitasi.

Bahan dasar pembuatan es batu umumnya berasal dari beberapa sumber air seperti yang menggenang dipermukaan tanah, yaitu waduk, kubangan, sungai dan sumur. Sumber air pembuat es batu tersebut memungkinkan untuk terkontaminasi feses, baik itu berasal dari manusia ataupun hewan.

² Antung Firleyanti, "Evaluasi Bakteri Indikator Sanitasi Di Sepanjang Rantai Distribusi Es Batu Di Bogor", Jurnal Pert.Indon, Vol.11(2), 2006, hlm.29.

Feses manusia dan hewan pada umumnya terkandung bakteri patogen usus di dalamnya, yang jika mencemari air kemudian tidak diolah dengan baik bisa menimbulkan penyakit diare. Bakteri pencemar ini dapat menimbulkan turunnya kualitas es batu, disebabkan karena faktor bahan baku (air) dan peralatan yang dipakai pada saat pembuatannya.³

Di Indonesia, standarisasi untuk mengukur kualitas air minum mengikuti standar WHO dan disesuaikan dengan keadaan lingkungan Indonesia. Departemen Kesehatan RI pada tahun 2000 memberi ketetapan kriteria kualitas air secara mikrobiologis, dalam Kemenkes No. 907 tahun 2002 bahwa air minum tidak boleh mengandung *coliform* dan *Escherichia coli*. Standar Nasional Indonesia N0.01-3553-2006, mengatur bahwa dalam air minum kemasan tidak boleh terdapat bakteri penyebab penyakit berupa *Salmonella* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Selain itu, jumlah mikroba dalam air minum tidak boleh lebih dari 100 koloni/ ml.⁴

Air sangat penting perannya bagi kehidupan, kebutuhan akan zat ini untuk minum saja mencapai 2 liter perhari. Zat air yang sangat dibutuhkan oleh

³ Basri Hadi, dkk, "Uji Bakteriologis Es Batu Rumah Tangga Yang Digunakan Penjual Minuman Di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang", (Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Jurnal Kesehatan Andalas ,2014:3(2), hlm.119.

⁴ Maksum Radji, dkk , "Pemeriksaan Bakteriologis Air Minum Isi Ulang Di Beberapa Depo Air Minum Isi Ulang Di Daerah Lenteng Agung dan Srengseng Sawah Jakarta Selatan", Majalah Ilmu Kefarmasian, Vol, V, No. 2, Agustus 2008 , hlm. 102.

manusia terutama untuk mencukupi kebutuhan akan minum haruslah memenuhi standar sanitasi.

Keamanan pangan, dalam UU RI No.7 Tahun 1996 didefinisikan sebagai upaya diperlukannya pencegahan kontaminasi pangan dari kemungkinan terjadinya cemaran biologis, kimia dan benda lain yang mengganggu, merugikan juga menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia.⁵

Jumlah air di bumi begitu melimpah, namun ketersediaannya yang bersih dan layak untuk digunakan oleh manusia bagi keperluan aktivitas sehari-hari sangatlah sedikit. Populasi manusia saat ini semakin meningkat, hal ini berbanding lurus dengan kebutuhan akan air bersih, sehingga ketersediannya pun semakin berkurang.

وَأَرْسَلْنَا الرِّيحَ لَوْفِحَ فَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا
أَنْتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ

“Dan Kami telah meniupkan angin untuk mengawinkan (tumbuh-tumbuhan) dan Kami turunkan hujan dari langit, lalu Kami beri minum kamu dengan air itu, dan sekali-kali bukanlah kamu yang menyimpannya.” (QS. Al-Hijr (15) : 22)⁶

⁵ Febiana Sopacua, dkk, “Kandungan *Coliform* dan Klorin Es Batu Di Yogyakarta”, Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2013, hlm.1.

⁶ Departemen Agama RI, “Mushaf Al-Qur’an Terjemah”, Pena Pundi Aksara, Jakarta, 2002, hlm 264.

Al Qur'an surat Al Hjr ayat 22 di dalamnya telah dijelaskan bahwa ketergantungan manusia terhadap air yang merupakan komponen sangat penting. Air adalah karunia Allah SWT, yang sangat dibutuhkan makhluk hidup sebagai kebutuhan pokok dalam kehidupannya. Manusia, semua kegiatan kehidupannya mulai dari kebutuhan pangan hingga industri memerlukan air yang cukup banyak dan juga kualitas sesuai. Kita sebagai umat manusia harus menjaga kelestarian lingkungan dari pencemaran, karena air merupakan karunia Allah SWT yang sangat bernilai harganya.

Syarat yang harus dimiliki air ada 3, yaitu kualitas fisik, kimiawi, dan biologis. Kualitas fisik diukur dari tingkat kekeruhan, temperatur, warna, bau, dan rasa. Kualitas kimia adanya senyawa-senyawa kimia beracun, perubahan rupa, warna, dan rasa air, serta reaksi-reaksi yang tidak diharapkan menyebabkan diadakannya standar kualitas air minum.

Batas tertinggi konsentrasi air dalam standar kualitasnya yang disarankan juga diizinkan dalam berbagai parameter kimia, karena jika unsur-unsur tersebut di dalam air berlebihan akan menimbulkan dampak negatif. Kualitas biologi didasarkan pada adanya kelompok mikrobia seperti bakteri patogen (penyakit perut), pencemar (terutama Coli), penghasil racun dan sebagainya. Bakteri

coliform merupakan indikator kontaminasi kelayakan yang buruk pada air juga makanan.

Bahan pangan yang pengolahannya tidak bersih dan terjaga bisa rasa sakit pada tubuh konsumen. Gangguan kesehatan tersebut disebabkan karena 2 faktor, yaitu karena kandungan zat beracun seperti, logam berat dan bahan kimia beracun juga adanya kontaminasi mikrobial patogen, seperti bakteri *Coliform*.

Coliform adalah suatu kelompok mikroba yang terdapat di kotoran manusia juga hewan dalam jumlah banyak, sehingga jenis kuman ini selalu dipakai sebagai indikator dari kualitas makanan dan air. Kelompok mikroba ini juga dipakai sebagai indikator dari kontaminasi kotoran. Bakteri yang termasuk kelompok *coliform* dapat menimbulkan gangguan pencernaan (gastroenteritis). Cara penyebarannya melalui makanan maupun air yang terkontaminasi secara langsung (melalui tangan) dan tidak langsung (melalui air) oleh tinja selama pengolahan.⁷

Bakteri *coliform* dapat dibagi menjadi 2 group yaitu, (1) *coliform* fecal misalnya *Escherichia coli*, dan (2) *coliform* non-fecal misalnya *Enterobacter aerogenes*. *Coliform* fecal merupakan bakteri yang asalnya dari kotoran manusia atau hewan. Bakteri yang biasanya banyak terdapat pada air terkontaminasi kotoran manusia juga hewan adalah *Salmonella typhosa*, *Vibrio comma*, *Shigella*

⁷ Rina Pratiwi, "Distribusi Bakteri *Coliform* di SITU Cilodong Depok Jawa Barat", (universitas Indraprasta PGRI, Faktor Exacta 6(4): 290-297, 2013, hlm.291.

dysenteriae, dan *Escherichia coli*. *Salmonella typhosa* adalah bakteri penyebab demam tifoid. *Vibrio comma* adalah bakteri penyebab kolera. *Shigella dysenteriae* merupakan bakteri penyebab disentri. Sedangkan *coliform* non-fecal merupakan jenis *coliform* yang berasal dari hewan ataupun tanaman mati.⁸

Penelitian yang dilakukan oleh Jasmine Robert terhadap es batu yang diujikan di rumah makan siap saji ternyata mempunyai lebih banyak kuman dibandingkan air toilet.⁹ Hal ini sesuai dengan penelitian Antung Sima Firlieyanti yang meneliti 31 sampel, yang terdiri atas 4 sampel dari pabrik es, 6 sampel dari depot, dan 21 sampel dari penjual es. Dari hasil analisis sampel diketahui jumlah total mikroba berkisar antar 2.8×10^2 cfu/ ml sampai 1.1×10^6 cfu/ ml, *coliform* berkisar antara $1,5 \times 10^2$ MPN/ 100 ml sampai 1.2×10^6 MPN/ 100 ml. Sebanyak 31 sampel 100% positif *coliform*, 14 sampel (45%) positif *coliform* fekal, 31 sampel (100%) positif *coliform* non fekal, dan 3 sampel (10%) positif *E. coli*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa es batu di Bogor belum memenuhi standar kualitas mikrobiologis yang ditetapkan SNI (tidak mengandung *coliform E. coli* dalam 100 ml).¹⁰

⁸ Agus Prayitno, "Uji Bakteriologi Air Baku Dan Air Siap Konsumsi Dari PDAM Surakarta Ditinjau Dari Jumlah Bakteri *coliform*", (Skripsi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta), 2009, hlm.3.

⁹ Djaja Rusmana, dkk. "Bakteri *Coliform* dalam Es Batu pada Tiga Rumah Makan Ayam Goreng Siap Saji di Bandung", (Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranata, JKM Vol. 9 No. 2), 2010, hlm.124.

¹⁰ Antung Firlieyanti, *Op. Cit.* hlm.29.

Penelitian yang diteliti WTHR Indianapolis News dan Weather pada 25 sampel es dari bar dan restoran terkenal di Indianapolis menunjukkan 13 dari 25 sampel es tersebut, hasilnya positif terkontaminasi bakteri *Coliform*. Penelitian yang dilakukan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Pertanian Bogor terhadap proses pembuatan dan distribusi es batu menyatakan bahwa 14 dari 31 sampel es batu ternyata positif tercemar bakteri *coliform*. Selain itu, 3 dari 31 sampel es juga positif tercemar bakteri *Escherichia coli*.¹¹

Es batu adalah produk makanan yang sangat mudah dijumpai di pasaran, salah satunya kantin-kantin pada kampus UIN Raden Intan Lampung. Kantin-kantin ini rata-rata konsumennya adalah mahasiswa, pada umumnya mereka kurang memperhatikan apakah es batu yang mereka konsumsi tersebut sehat atau tidak. Es yang dijual di kantin ini sebagian besar didapat dari penjual air suling yang juga membuat es batu. Kantin pada kampus UIN Raden Intan Lampung berjumlah 20 los, 19 menjual es batu dengan bahan dasarnya air suling dan 1 dari air matang.

Pada tahun 2016 total keseluruhan mahasiswanya mencapai 21.388 orang, sekitar 80% nya berdomisili di luar daerah Bandar Lampung. Mahasiswa ini, dari 80% yang ke kantin sekitar 60% nya minum es. Es yang dipakai dalam sekali minum atau satu gelas minuman bisa mencapai 400 ml. Minuman yang

¹¹ Djaja Rusmana, dkk. *Op. Cit.* hlm.124.

mengandung es, jika tercemar bakteri *coliform* kemudian jumlahnya lebih dari 3 koloni, bisa mengakibatkan terjangkitnya penyakit diare pada konsumen. Mahasiswa pada umumnya berasal dari luar daerah Bandar Lampung lebih sering mengkonsumsi makanan dan minuman yang dijual di kantin karena lebih praktis dari pada harus mengolah sendiri keperluan makan dan minumannya.

Mahasiswa yang membeli makanan atau minuman di kantin cenderung tidak memperhatikan tingkat kesehatan juga kelayakan dari olahan yang mereka beli, sehingga lebih rentan terkena penyakit. Minuman dengan es batu merupakan salah satu hasil olahan yang paling sering dibeli. Minuman ini terkadang mengandung es batu yang tidak baik diminum karena pengolahannya yang tidak sesuai standar. Es batu yang pembuatannya tidak sesuai standar bisaanya dapat tercemar oleh bakteri, salah satunya patogen usus atau *coliform*. Bakteri ini sering menyebabkan penyakit sistem pencernaan, seperti diare, keracunan dan sebagainya.

Minuman yang pengolahannya tidak baik sehingga menimbulkan kontaminasi mikroba dapat menyebabkan penyakit bagi orang yang mengkonsumsinya. Penyakit yang disebabkan karena konsumsi es batu di kantin sekalipun jarang terjadi, tapi hal ini cukup berbahaya. Oleh karenanya, evaluasi tentang mutu mikrobiologis es batu, termasuk tentang keberadaan *coliform* menjadi penting, untuk mengetahui tingkat higienitas dan bahaya akibat mikroba patogen dari es yang dikonsumsi secara luas oleh masyarakat.

Berdasarkan uraian permasalahan diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Identifikasi Bakteri *Coliform* dalam Es Batu dari Berbagai Kantin di UIN Raden Intan Lampung” di kampus UIN Raden Intan Lampung ini.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah :

1. Indonesia beriklim tropis yang mengakibatkan kebiasaan pola konsumsi masyarakat yang cenderung mencari makanan dan minuman yang bersifat dingin dan menyegarkan.
2. Kemungkinan sumber air yang ada di kantin UIN Raden Intan Lampung diduga tercemar bakteri *Coliform*.
3. Kebanyakan pedagang yang ada di kantin UIN Raden Intan Lampung tidak membuat es batu sendiri melainkan membelinya dari penjual lain, yang diduga bahan airnya tercemar bakteri *Coliform*.
4. Masih rendah dan kurangnya kesadaran mahasiswa/i akan pentingnya menjaga kesehatan dengan mengkonsumsi makanan dan minuman yang di olah sendiri.

5. Kurangnya pengetahuan mahasiswa/i UIN Raden Intan Lampung tentang keamanan es yang selalu mereka konsumsi di kantin-kantin di UIN Raden Intan Lampung.

C. Batasan Masalah

Agar pembahasan dapat fokus dan mencapai harapan, maka permasalahan penelitian hanya dibatasi pada :

1. Es batu yang digunakan sebagai sampel adalah es batu diperjual belikan di kantin-kantin di UIN Raden Intan Lampung.
2. Bakteri yang menjadi indikator penelitian adalah bakteri *coliform*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah ada bakteri *coliform* dalam es batu dari berbagai kantin yang dijual di UIN Raden Intan Lampung?
2. Apakah sampel es batu yang digunakan masuk ke dalam golongan cemaran berat, cemaran sedang, cemaran ringan dan memenuhi syarat?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui apakah ada bakteri *coliform* dalam es batu dari berbagai kantin yang dijual di UIN Raden Intan Lampung.

2. Untuk mengetahui apakah sampel es batu yang digunakan masuk ke dalam golongan cemaran berat, cemaran sedang, cemaran ringan dan memenuhi syarat.

F. Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti yaitu menambah wawasan peneliti dalam ilmu biologi dan sebagai sumber data dalam menyusun skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana.
2. Sebagai sumbangan informasi bagi mahasiswa dan dosen dalam bidang kesehatan pangan di kampus UIN Raden Intan Lampung.
3. Sebagai sumbangan informasi bagi instansi dan pihak-pihak yang terkait dalam bidang kesehatan pangan di kampus UIN Raden Intan Lampung.
4. Sebagai sumbangan pemikiran bagi guru dalam rangka pendalaman materi *Monera* Sekolah Menengah Atas kelas X semester ganjil.
5. Bagi peserta didik yaitu sebagai alternatif bahan pengayaan praktikum biologi materi *Monera* supaya peserta didik dapat berlatih menggunakan metode ilmiah dalam menghadapi berbagai masalah dan membuat peserta didik dapat berfikir kreatif.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Air

Air merupakan materi yang sangat penting dalam kehidupan, baik tanaman, hewan maupun manusia. Manusia tentu tidak terlepas kehidupannya dari kebutuhan akan air bersih terutama untuk minum. Benda cair yang disebut air dapat dibedakan berdasarkan tempatnya, yaitu berasal dari permukaan tanah (air permukaan) dan di dalam tanah (air tanah). Air hujan yang jatuh di tanah sebagian meresap kedalam tanah dan sebagian lain dapat menggenang di permukaan, hal ini bergantung kepada kondisi tanah. Zat air yang diperoleh untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dari hujan, waduk, kubangan, atau sungai, sumber mata air dan sumur.¹² Cairan ini merupakan zat yang mutlak bagi setiap makhluk hidup, dan kebersihannya adalah syarat utama bagi terjaminnya kesehatan. Air merupakan kebutuhan mutlak untuk kehidupan manusia. Cairan ini di dalamnya terdapat berbagai macam zat yang dibutuhkan dan dilain pihak dalam air juga

¹²Putri Danisa dan Sri Latifah, “Studi Proses Pengolahan Air Baku Menjadi Air Bersih Di PDAM TIRTA JASA BRANTI LAMPUNG SELATAN”, (Skripsi Program Sarjana Fakultas Ilmu Pendidikan dan Keguruan IAIN Raden Intan Lampung, Lampung, Jurnal Biosfer Vol. 4, No. 2, September 2012), hlm. 143.

terdapat berbagai macam hal membahayakan bagi manusia. Kualitas air, khususnya untuk minum atau memasak akan dapat berakibat pada kesehatan manusia yang mengonsumsinya.

Zat ini dibutuhkan manusia dalam segala aspek kehidupan, seperti untuk memasak, mandi, mencuci dan kebutuhan lainnya. Air secara biologis berperan dalam semua proses dalam tubuh manusia, misalnya pencernaan, metabolisme, transportasi, mengatur keseimbangan suhu tubuh. Kekurangan air akan menyebabkan gangguan fisiologis, bahkan akan mengakibatkan kematian, apabila kekurangan tersebut mencapai 15% dari berat tubuh. Cairan ini apabila tidak jernih misalnya tercemar bahan organik, air akan menjadi media yang baik bagi kuman penyakit. Sumber air yang tercemar bahan kimia organik akan menyebabkan gangguan fisiologis secara menahun bahkan bersifat toksik.¹³

Air yang jatuh dari langit membawa serta mikroorganisme-mikroorganisme yang senantiasa berhamburan di udara, terlebih pada tanah yang berdebu. Di tanah, air menjadi lebih cemar lagi karena sisa-sisa makhluk hidup (sampah), kotoran dari hewan maupun manusia, dan limbah dari pabrik. Zat air yang mengandung mikroorganisme itu disebut air terkontaminasi, jadi cairan itu tidak

¹³ Tika Arifani Putri dan Ririh Yudhastuti, "Kandungan Besi Pada Air Sumur dan Gangguan Kesehatan Masyarakat Di Sepanjang Sungai Porong Desa Tambak Kalisogo Kecamatan Jabon Sidoarjo" (Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol. 7 No.1, Sidoarjo), 2013, hlm. 66.

steril. Penyakit menular beberapa diantaranya dapat sewaktu-waktu meluas menjadi wabah (epidemi) karena peranan air yang tercemar.¹⁴

Tubuh manusia sekitar tiga per empat bagiannya terdiri dari air, menjadikannya sebagai zat terpenting untuk kebutuhan dasar berlangsungnya kehidupan. Air selain bermanfaat bagi manusia, juga merupakan media yang baik untuk kehidupan bakteri. Bakteri ini dibedakan menjadi dua, yaitu bakteri patogen dan non-patogen. Bakteri Patogen dapat menyebabkan penyakit dengan keluhan diare seperti disentri, tipus dan kolera, melalui air yang diminum.

Minuman yang aman untuk diminum adalah air bersih yang harus memenuhi persyaratan seperti fisika, kimia, radioaktif dan mikrobiologi yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Syarat air bersih secara Mikrobiologi, salah satunya yang dapat dikonsumsi adalah tidak ditemukannya adalah *E. coli* dalam 100 ml.¹⁵

Air memiliki masalah utama yang harus dihadapi dalam pengolahannya adalah semakin tingginya tingkat pencemaran, baik pencemaran yang berasal dari air limbah rumah tangga maupun limbah industri. Upaya-upaya baru terus

¹⁴ Dwijoseputro, *Dasar-Dasar Mikrobiologi*, (Jakarta, Penerbit Djambatan, 2010), hlm 187

¹⁵ Fathoni Afif, dkk, "Deteksi Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* Pada Minuman Es Jeruk Di Cafe Lesehan Pantai Talise Palu, Jurnal Kesehatan Andalas 4(2), 2015, Hlm, 366-367.

dilakukan untuk mendapatkan sumber air, khususnya untuk pemenuhan akan air minum yang memenuhi persyaratan-persyaratan yang telah ditetapkan.

“Standar air minum di Indonesia mengikuti standar WHO yang dalam beberapa hal disesuaikan dengan kondisi di Indonesia. Pada Tahun 2002, Departemen Kesehatan RI telah menetapkan kriteria kualitas air secara mikrobiologis, melalui Keputusan Menteri Kesehatan No.907 tahun 2002 bahwa air minum tidak diperbolehkan mengandung bakteri *Coliform* dan *Escherichia Coli*. Sedangkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) N0.01-3553-2006, air minum dalam kemasan selain tidak boleh mengandung bakteri patogen yaitu *Salmonella* dan *Pseudomonas aeruginosa*, juga tidak boleh mengandung cemaran mikroba lebih besar dari 100 koloni / ml.”¹⁶

Air sangat penting perannya bagi kehidupan, kebutuhan akan zat ini untuk minum saja mencapai 2 liter perhari. Zat air yang sangat dibutuhkan oleh manusia terutama untuk mencukupi kebutuhan akan minum haruslah memenuhi standar sanitasi.

¹⁶ Maksun Radji, dkk, “Pemeriksaan Bakteriologis Air Minum Isi Ulang Di Beberapa Depo Air Minum Isi Ulang Di Daerah Lenteng Agung dan Srengseng Sawah Jakarta Selatan”, Majalah Ilmu Kefarmasian, Vol, V, No. 2, Agustus 2008, hlm. 102.

“Air merupakan kebutuhan manusia yang paling penting. Kadar air tubuh manusia mencapai 68% dan untuk hidup kadar air dalam tubuh harus dipertahankan. Kebutuhan air minum setiap orang bervariasi mulai dari 2,1 liter hingga 2,8 liter perhari, tergantung pada berat badan dan aktivitasnya. Agar tetap sehat, air minum harus memenuhi persyaratan fisik, kimia maupun bakteriologis. Menurut Soemirat, Syarat air minum ialah harus aman diminum artinya bebas mikroba patogen dan zat berbahaya dan diterima dari segi warna, rasa, bau dan kekeruhannya.”¹⁷

Cairan ini tersedia di dunia ini begitu melimpah, namun ketersediaan air yang bersih yang dapat digunakan oleh manusia untuk keperluan kegiatan sehari-hari sangatlah sedikit. Populasi manusia yang semakin meningkat berbanding lurus dengan kebutuhan akan air bersih, sehingga ketersediaan air bersih pun semakin berkurang.

وَأَرْسَلْنَا الرِّيَّاحَ لَوَاقِحَ فَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنْتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ

¹⁷ Andrian Bambang, dkk, "Analisis Cemarkan Bakteri *Coliform* dan Identifikasi *Escherichia Coli* Pada Air Isi Ulang Dari Depot Di Kota Manado", Jurnal Ilmiah Farmasi-Unsrat, Manado, Vol.3 No.3, Agustus, 2014 ISSN 2302-2493, hlm.326.

“Dan Kami telah meniupkan angin untuk mengawinkan (tumbuh-tumbuhan) dan Kami turunkan hujan dari langit, lalu Kami beri minum kamu dengan air itu, dan sekali-kali bukanlah kamu yang menyimpannya.” (QS. Al-Hijr (15): 22)¹⁸

Al Qur'an surat Al Hijr ayat 22 dijelaskan bahwa ketergantungan manusia terhadap air yang merupakan komponen yang sangat penting, tidak ada satu hari pun terlewatkan tanpa air. Air merupakan sumberdaya alam karunia Allah SWT, yang sangat diperlukan oleh manusia sepanjang masa dan menjadi bagian dari kehidupan dan kebutuhan dasar manusia yang sangat penting. Kegiatan kehidupan manusia semuanya mulai dari kebutuhan pangan hingga kebutuhan industri memerlukan air dengan jumlah yang cukup banyak dan dengan kualitas sesuai. Kita sebagai umat manusia harus menjaga kelestarian air dari pencemaran karena air merupakan karunia Allah SWT yang sangat bernilai harganya.

Menurut ketentuan WHO (*World Health Organization*) dan APHA (*American Public Health Association*), kualitas air ditentukan oleh kehadiran dan jumlah bakteri didalamnya. Air di dalamnya terdapat beberapa jenis bakteri yang hidup yaitu bakteri *coliform* dan *E. coli*. *Coliform* merupakan bakteri fecal yang berasal dari sisa hewan atau tumbuhan yang sudah mati termasuk juga manusia. *E.*

¹⁸ Departemen Agama RI, “Mushaf Al-Qur'an Terjemah”, Pena Pundi Aksara, Jakarta, 2002, hlm 264

coli adalah kuman komensil pada usus manusia dan umumnya bukan patogen penyebab penyakit. Air jika terkontaminasi oleh bakteri *E. coli* yang bersifat fecal apabila dikonsumsi terus-menerus dalam jangka panjang akan berdampak pada timbulnya penyakit seperti radang usus, diare, infeksi pada saluran kemih dan empedu.

Bakteri jenis terakhir adalah *coli* tinja yaitu mikroba yang berasal dari kotoran tinja hewan ataupun manusia. Bakteri ini muncul disebabkan oleh masuknya tinja, kotoran hewan, sampah, air kencing, dahak, ekskresi luka, dan sebagainya ke dalam sumber air.¹⁹

Air harus memenuhi 3 persyaratan, yaitu kualitas fisik, kimia, dan biologis. Kualitas fisik berdasarkan pada kekeruhan, temperatur, warna, bau, dan rasa. Kualitas kimia adanya senyawa-senyawa kimia yang beracun, perubahan rupa, warna, dan rasa air, serta reaksi-reaksi yang tidak diharapkan menyebabkan diadakannya standar kualitas air minum.

Standar kualitas air memberikan batas konsentrasi maksimum yang dianjurkan dan diperkenankan bagi berbagai parameter kimia, karena pada konsentrasi berlebihan unsur-unsur tersebut dalam air akan memberikan pengaruh

¹⁹ Ning Sri Utami, dkk, "Kaitan Pencemaran Bakteri *Coliform* dan Bakteri *E. Coli* Pada Air Sumur Penduduk Dengan Padat Pemukiman Di Kecamatan Jebres Kota Surakarta Tahun 2012", (Jurnal Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret, Surakarta), 2012, hlm 2

negatif. Kualitas biologis didasarkan pada kehadiran kelompok-kelompok mikroba tertentu seperti mikroba patogen (penyakit perut), pencemar (terutama coli), penghasil toksin dan sebagainya. Bakteri *coliform* merupakan indikator kontaminasi sanitasi yang buruk terhadap air dan makanan.

Keamanan pangan, dalam UU RI No. 7 Tahun 1996 didefinisikan sebagai kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia dan benda lain yang mengganggu, merugikan dan membahayakan kesehatan manusia.²⁰ Kualitas air dalam persyaratan fisik meliputi warna bau, rasa, temperatur dan kekeruhan. Air tingkat kekeruhannya dapat dipengaruhi oleh adanya bahan organik dan anorganik yang terkandung di dalam air, seperti lumpur, serta bahan yang berasal dari hasil pembuangan, hal ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Persyaratan kualitas air minum isi ulang secara fisik

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Warna	TCU	15
2	Rasa	-	Normal
3	Bau	-	Tidak Berbau
4	Kekeruhan	NTU	5

Disosialisasikan dari Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/MENKES/SK/ VII/2002

²⁰ Febiana Christine Sopacua, dkk, “Kandungan *Coliform* dan Klorin Es Batu Di Yogyakarta”, (Jurnal Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta), 2013, hlm.1.

Kualitas kimia adalah yang berhubungan dengan ion-ion senyawa maupun logam yang membahayakan, seperti Hg, Pb, Ag, Cu, Dan Zn. Residu dari senyawa yang bersifat racun adalah residu pestisida, yang dapat menyebabkan perubahan bau, rasa dan warna air. Persyaratan kualitas kimia air dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Persyaratan kualitas air minum isi ulang secara kimia

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Timbal (Pb)	mg/l	Maks 0,005
2	Tembaga (Cu)	mg/l	Maks 0,05
3	Raksa (Hg)	mg/l	Maks 0,003
4	Perak (Ag)	mg/l	Maks 0,01
5	Kobalt (Co)	mg/l	Maks 0,01

Disosialisasikan dari Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002

Syarat bakteriologis air minum menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002, air minum tidak boleh mengandung bakteri patogen, yang dapat menyebabkan penyakit terutama pada saluran pencernaan yaitu bakteri *coliform*. Standar kandungan bakteri *coliform*

dalam air minum 0 per 100 ml. Persyaratan bakteriologis pada air dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Persyaratan kualitas air minum isi ulang secara bakteriologis

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Total bakteri coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0/100 ml

Disosialisasikan dari Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002²¹

Makanan minuman yang pengolahannya tidak higienis dan saniter dapat mengakibatkan adanya bahan-bahan di dalam makanan dan minuman yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada konsumen. Makanan dan minuman dapat menimbulkan penyakit yang disebabkan oleh 2 faktor yaitu karena mengandung komponen beracun (logam berat dan bahan kimia beracun) dan terkontaminasi mikroorganisme patogen dalam jumlah cukup untuk menimbulkan penyakit (*Salmonella thyposa*, *Shigella dysentriae*, virus hepatitis, *Escherichia coli*, dan lainnya.

B. Es Batu

²¹ Lidya Ayu Natalia, “Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang Di Kabupaten Blora Melalui Metode *Most Probable Number*”, (Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Semarang) , 2014, hlm 5-6

Es batu merupakan produk pangan yang sudah sangat dikenal masyarakat secara umum dianggap aman untuk dikonsumsi. Es ini pada masyarakat, dikenal sebagai air yang dibekukan. Pembekuan ini terjadi bila air didinginkan di bawah suhu 0°C , sehingga menjadi massa yang padat dan berbentuk seperti kristal. Massa yang padat terbentuk dikarenakan salah satu molekul air yaitu hidrogen akan bergerak lambat pada suhu 0°C , sehingga molekul hidrogen yang satu tidak mampu memutuskan ikatannya dengan lainnya. Ikatan antar molekul hidrogen kerapatannya mengakibatkan air berubah wujud menjadi padat, dan karena zat ini berwarna jernih sehingga gambaran warnanya seperti kristal.

Es ini memiliki berbagai macam manfaat, salah satunya yaitu sebagai pelengkap yang disajikan bersamaan dengan air minum, oleh sebab itu es batu termasuk jenis produk pangan pelengkap. Es batu yang ditambahkan pada minuman bertujuan untuk menimbulkan sensasi dingin dan segar, hal tersebut berhubungan dengan suhu di Indonesia yang tropis.²²

Es jenis ini bahkan seringkali digunakan sebagai bahan yang dapat mempertahankan kesegaran atau memperpanjang umur simpan suatu produk pangan. Air yang dibekukan memiliki suhu rendah, diduga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme, dimana semua reaksi metabolisme pada

²² Naftalena Dwi Putri, "Identifikasi Bakteri E. Coli Pada Es Batu Yang Dijual Warung Nasi Di Kelurahan Pisangan Tahun 2015", (Skripsi Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta), 2015, hlm 7-8.

mikroorganisme dikatalisis oleh enzim, dan kecepatan reaksi katalis enzim tersebut sangat dipengaruhi oleh temperature.²³ Reaksi metabolisme mikroba yang turun ini menyebabkan es batu dianggap relatif aman, tetapi pada beberapa penelitian terdahulu masih terdapat bakteri patogen yang beredar di pasaran.

Air yang digunakan dalam pembuatan es batu haruslah yang higienis dan memenuhi standar sanitasi. Usaha es batu sekarang masih dalam skala kecil sehingga sampai saat ini, belum ada peraturan pemberian izin atau rekomendasi kelayakan yang baku ditinjau dari segi higienis dan sanitasi. Bakteri pencemar ini keberadaannya menyebabkan rendahnya kualitas es batu yang mungkin berasal dari berbagai hal seperti: bahan baku (air) dan alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatannya.²⁴

Es yang berasal dari air yang dibekukan dalam refrigerator merupakan bahan pendingin yang biasanya dicampurkan pada minuman, biasanya untuk memberikan rasa segar. Es batu biasanya ditemukan di setiap tempat yang menjual minuman, dari restoran ternama sampai warung pinggir jalan.

Es batu yang digunakan untuk membuat minuman biasa menggunakan air yang sebelumnya direbus terlebih dahulu sebelum dibekukan, tetapi ada juga

²³ Antung Sima Firlieyanti, "Evaluasi Bakteri Indikator Sanitasi Di Sepanjang Rantai Distribusi Es Batu Di bogor", Jurnal Pert.Indon, Vol.11(2), 2006, hlm.29.

²⁴ Basri Hadi, dkk, "Uji Bakteriologis Es Batu Rumah Tangga Yang Digunakan Penjual Minuman Di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang", (Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Jurnal Kesehatan Andalas ,2014:3(2), hlm.119.

pedagang nakal yang menggunakan bahan dari air mentah untuk mengurangi biaya produksi. Es yang terbuat dari air mentah berwarna putih karena masih banyak gas yang terperangkap di dalamnya. Es yang dibuat dari air mentah biasanya adalah es balok. Es ini jelas-jelas tidak baik dikonsumsi, terlebih lagi jika airnya diambil dari sungai yang tercemar. Es dari air matang akan terlihat bening karena gas di dalam air terlepas ketika proses perebusan. Es seperti ini biasanya disebut es kristal. Es ini biasa juga disebut sebagai es batu bolong karena berbentuk seperti pipa dan bolong di tengahnya.²⁵ Es yang terbuat dari air mentah dan air matang perbedaannya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Es batu dari air matang dan air mentah

²⁵ *Ibid*, Basri Hadi, dkk, hlm 120.

Sumber : kopisruput.net/2016/06/14/bedanya-es-batu-dari-air-matang-dan-air-mentah.html

Syarat mutu es batu di Indonesia diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3839-1995, mutu dari es batu tersebut harus memenuhi syarat-syarat air minum sesuai Permenkes RI N0. 416/Men. Kesehatan/Per/IX/1990 yaitu tidak boleh terdapat bakteri indikator sanitasi (*Coliform* /*E. coli*) pada es batu tersebut, yang berarti 0 sel *Coliform* per 100 ml. Menurut peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 037267/B/SK/VII/89 bahwa batas maksimum pencemaran dari es batu yaitu mempunyai angka Lempeng Total Bakteri/ALT (30⁰ C, 72 jam) 1 x 100 koloni/g dan mempunyai angka Partisipasi Murni/APM *Coliform* <3/g.²⁶

Menurut Departemen Kesehatan, standar kandungan *E. coli* dalam air adalah kurang dari 200 koloni/ 100 ml air karena jumlah tersebut sudah tidak layak konsumsi, sedangkan kandungan *E. coli* dalam es yang selama ini dikonsumsi mencapai 10.000 – 20.000 koloni/ 100 ml. Ketidak layakan dari es yang dikonsumsi dapat mengakibatkan infeksi seperti demam typhoid, hepatitis, gastroenteritis, disentri dan infeksi telinga.

²⁶ Shabrina Ari Rahmaniar dan Inayati, “Perbandingan Kualitas Es batu di Warung Makan dengan Restoran di DIY dengan indikator Jumlah Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* Terlarut, (Jurnal Mutiara Medika, Vol 11 N0.3), Yogyakarta, 2011, hlm, 151.

C. Mikroorganisme Indikator

Bakteri adalah salah satu kelompok mikroorganisme bersel tunggal dengan konfigurasi prokariotik (tidak mempunyai selubung inti). DNA bakteri berbentuk sirkuler, panjang dan biasa disebut nukleoid. Bakteri pada umumnya mempunyai ukuran sel $0,5 - 1,0 \mu\text{m} \times 2,0 - 5,0 \mu\text{m}$.²⁷ Bakteri mencakup sebagian besar prokariota yang dikenal oleh kebanyakan orang, mulai dari spesies patogenik yang menyebabkan infeksi tenggorokan dan tuberkulosis hingga spesies-spesies yang menguntungkan.

Prokariota patogenik yang telah kita ketahui semuanya merupakan bakteri. Bakteri menyebabkan sekitar separuh dari semua penyakit manusia. Sekitar 2 juta orang dalam setahun meninggal dunia akibat penyakit paru-paru tuberkulosis, disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Adapun sekitar 2 juta orang yang lain meninggal setiap tahun akibat penyakit-penyakit diare yang disebabkan oleh berbagai macam bakteri.²⁸ Salah satu penyebab timbulnya penyakit ini adalah

²⁷ Titi L. Faraknimela, dkk, "Uji Efek Anti Bakteri Jamur Endofit Akar Tumbuhan Bakau (*Sonneratia alba*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*", (Jurnal e-Biomedik, vol. 3 no. 3, Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi), Manado 2015, hlm. 785.

²⁸ Neil A. Campbell, dkk, *BIOLOGI Jilid 2 Edisi Ke 8*, (Jakarta, Erlangga, 2008), hlm. 130 dan 134.

karena kurangnya perhatian setiap orang akan pentingnya standar sanitasi makanan dan minuman.

Mikrobiologi pangan, dalam bidang ini dikenal istilah bakteri indikator sanitasi. Istilah ini sebagaimana digunakan pada sejenis mikroorganisme yang kehadirannya di dalam air merupakan bukti bahwa air tersebut terpolusi oleh bahan tinja dari manusia atau hewan berdarah panas. Artinya, terdapat peluang bagi berbagai macam mikroorganisme patogenik, yang secara berkala terdapat dalam saluran pencernaan untuk masuk ke dalam air tersebut.²⁹

Bakteri-bakteri indikator sanitasi umumnya adalah bakteri yang lazim terdapat dan hidup pada usus manusia. Jadi, adanya bakteri tersebut pada air atau makanan menunjukkan bahwa dalam satu atau lebih tahap pengolahan air atau makanan pernah mengalami kontak dengan feses yang berasal dari usus manusia dan oleh karenanya mungkin mengandung bakteri patogen lain yang berbahaya.³⁰

Beberapa spesies atau kelompok bakteri telah dievaluasi untuk menentukan sesuai tidaknya untuk digunakan sebagai organisme indikator. Di antara organisme-organisme yang dipelajari, yang hampir memenuhi semua persyaratan suatu organisme indikator yang ideal ialah *Escherichia coli* dan kelompok bakteri

²⁹ Mikhael J. Pelczar dan Chan, *Dasar-Dasar Mikrobiologi 2*, (Jakarta, UI Press, 2005), hlm. 872.

³⁰ Ni Luh Putu Manik Widiyanti dan Ni Putu Ristiati, "Analisis Kualitatif Bakteri *Coliform* pada Depo Air Minum Isi Ulang di Kota Singaraja Bali", (Jurnal Ekologi Kesehatan Vol 3 No. 1 April 2004), hlm. 68.

koli lainnya. Bakteri-bakteri tersebut dianggap sebagai indikator polusi tinja yang dapat diandalkan.³¹

1. Bakteri

Istilah bakteri berasal dari kata : Bakterion (bahasa Yunani) yang berarti tongkat atau batang. Kata bakteri ini sekarang banyak dipakai untuk tiap mikroba yang bersel satu.³² Bakteri merupakan mikrobia uniseluler yang pada umumnya tidak mempunyai klorofil. Mikrobia bersel satu ini ada beberapa yang fotosintetik dan reproduksi aseksualnya secara pembelahan. Makhluk uniseluler ini tersebar luas di alam, di dalam tanah, atmosfer, dalam endapan-endapan lumpur ; baik di laut maupun air, pada sumber air panas, pada daerah antartika, tubuh hewan, manusia dan tanaman. Kuman atau bakteri jumlahnya tergantung keadaan sekitar misalnya, jumlah bakteri di dalam tanah tergantung jenis dan tingkat kesuburan tanah.³³

2. Bakteri *Coliform*

³¹ *Ibid*, Mikhael J. Pelczar dan Chan, hlm. 873.

³² Syamsunir Adam, *Dasar-Dasar Mikrobiologi Parasitologi Untuk Perawat*, (Jakarta, EGC, 1992), hlm. 15.

³³ Nur Hidayat, dkk, *Mikrobiologi Industri*, (Yogyakarta, CV. Andi Offset, 2006), hlm. 16.

Coliform merupakan suatu grup bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu dan produk-produk susu. Bakteri *Coliform* sebagai suatu kelompok dicirikan sebagai bakteri berbentuk batang gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang memfermentasi laktose dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35°C.³⁴ Bakteri ini digunakan sebagai indikator terhadap kontaminasi *E. coli*, sehingga terdapat pemeriksaan serologis spesifik terhadap *E. coli*. Kelompok bakteri *coliform* dapat dianggap sebanding dengan *E. coli*. Ilustrasi mengenai koloni bakteri *coliform* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.2 Bakteri *Coliform*

Sumber : gejaladancaramengobati.blogspot.co.id/2015/03/bahaya-bakteri-coliform.html

³⁴ *Op.Cit.*, Mikhael J. Pelczar dan Chan

Bakteri *coliform* merupakan flora normal pada saluran pencernaan manusia, mikroba ini muncul sejak mulai dimasukkannya makanan ke dalam saluran pencernaan. Bakteri *coliform* bersifat gram negatif, sehingga jika dilihat dengan pewarnaan akan berwarna merah, sedangkan sifat lainnya yang khas adalah kemampuan mikroba tersebut untuk memfermentasi laktosa pada suhu 35-37⁰C.³⁵

“*Coliform* merupakan suatu kelompok bakteri yang terkandung dalam jumlah banyak pada kotoran manusia dan hewan, sehingga bakteri ini sering dipakai sebagai indikator dari kualitas makanan dan air. Bakteri ini juga dipakai sebagai indikator dari kontaminasi kotoran. Bakteri yang termasuk dalam golongan *Coliform* dapat menyebabkan gangguan pencernaan (gastroenteritis). Cara penyebarannya melalui makanan maupun air yang terkontaminasi secara langsung (melalui tangan) dan tidak langsung (melalui air) oleh tinja selama pengolahan.”³⁶

Bakteri *coliform* dapat dibedakan atas 2 group yaitu, (1) *coliform fecal* misalnya *Escherichia coli*, dan (2) *coliform no-fecal* misalnya *Enterobacter*

³⁵ Dimas Nugroho, “Uji Mikrobiologis Pada Berbagai Jenis Air Minum”, (Skripsi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta), 2015, hlm 5-6.

³⁶ Rina Pratiwi, “Distribusi Bakteri *Coliform* di SITU Cilodong Depok Jawa Barat”, (Universitas Indraprasta PGRI, Faktor Exacta 6(4):290-297, 2013, hlm.291.

aerogenes. *Coliform fecal* adalah bakteri *coliform* yang berasal dari tinja manusia atau hewan berdarah lainnya. Sedangkan *coliform non-fecal* adalah bakteri *coliform* yang ditemukan pada hewan atau tanaman-tanaman yang telah mati.³⁷ *Escherichia coli*, keberadaanya dalam air minum menunjukkan bahwa air minum itu pernah terkontaminasi feses manusia dan mungkin dapat mengandung patogen usus. Standar air minum mensyaratkan *E. coli* harus 0 dalam 100 ml.³⁸

“Bakteri *Coliform* (fekal dan non-fekal) merupakan mikroba yang umum digunakan sebagai indikator sanitasi pada air dan makanan keberadaan *Coliform* fekal (*E. coli*) pada produk pangan penting untuk diperhatikan karena merupakan indikasi adanya kontaminasi fekal. *E. coli* juga dapat menjadi indikasi adanya patogen enterik yang mungkin terdapat pada feses, dimana patogen tersebut dapat menimbulkan penyakit keracunan pangan (*foodborne diseases*) apabila tertelan bersama makanan atau minuman selain itu beberapa strain dari *E. coli* juga bersifat patogen dan dapat menyebabkan berbagai penyakit, di antaranya diare berdarah, gagal ginjal akut dan meningitis.”³⁹

³⁷ Agus Prayitno, “Uji Bakteriologi Air Baku Dan Air Siap Konsumsi Dari PDAM Surakarta Ditinjau Dari Jumlah Bakteri *Coliform*”, (Skripsi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta), 2009, hlm.3.

³⁸ *Op. Cit.*, Ni Luh Putu Manik Widiyanti dan Ni Putu Ristiati

³⁹ *Ibid*, Antung Sima Firlieyanti. hlm. 28-29.

Coliform mempunyai kelompok dengan beberapa ciri yang juga dimiliki oleh anggota-anggota genus *Salmonella* dan *Shigella*, yaitu dua genera yang mempunyai spesies-spesies enterik patogenik. Namun, ada perbedaan biokimiawi utama yang nyata yaitu bahwa *coliform* dapat memfermentasi laktose dengan menghasilkan asam dan gas; sedangkan *Salmonella* dan *Shigella* tidak memfermentasi laktose.⁴⁰

Infeksi pada sistem pencernaan merupakan penyebab tingginya angka insidensi penyakit diare. Infeksi tersering pada saluran pencernaan disebabkan oleh bakteri *E. coli* dan juga *coliform*, yang merupakan salah satu indikator mikroorganisme dalam menentukan kualitas air minum. *E. coli* merupakan salah satu penyebab tersering dari penyakit diare yang disebabkan oleh infeksi patogen, begitu pula dengan bakteri *coliform*.⁴¹

D. Penelitian yang Relevan Mengenai Es Batu

Penelitian yang dilakukan oleh Michael, dkk pada sampel es batu pada 3 rumah makan ayam siap saji menggunakan medium berupa *MacConkey* dan EMB untuk mengetahui ada tidaknya kontaminasi bakteri patogen usus. Pengamatan ada tidaknya kontaminasi pada medium *MacConkey* dan EMB dapat dilihat dari

⁴⁰ *Op.Cit.*, Mikhael J. Pelczar dan Chan, hlm. 873.

⁴¹ *Op. Cit.*, Dimas Nugroho, hlm 5-6

warna dari koloni yang tumbuh pada medium. Koloni pada medium *MacConkey* terlihat berwarna merah atau merah muda, sedangkan pada EMB hijau metalik.

Hasil yang didapat pada pemeriksaan es batu dari rumah makan 1 dan 2 positif mengandung bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas sp.* Sampel yang didapat dari rumah makan ke-3 menunjukkan hasil yang negatif terhadap kontaminasi bakteri. Pemenkes No. 907 tahun 2002, es batu pada rumah makan 1 dan 2 tidak memenuhi syarat untuk dikonsumsi, sedangkan sampel ke-3 sebaliknya.

Penelitian ini didasarkan pada percobaan-percobaan yang telah dilakukan sebelumnya. Penemuan yang dilakukan oleh Jasmine Roberts terhadap es batu pada rumah makan siap saji di wilayah Florida Selatan, menunjukkan bahwa 70% es yang digunakan mempunyai lebih banyak kuman dibandingkan air toilet. WTHR *Indianapolis News and Weather* melakukan penelitian terhadap 25 sampel es dari bar dan restoran terkenal di *Indianapolis* menunjukkan 13 diantaranya positif kontaminasi *coliform*.

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Pertanian Bogor melakukan penelitian terhadap proses pembuatan dan distribusi es batu menunjukkan 14 dari 31 sampel memberikan hasil positif pada kontaminasi

coliform dan 3 dari 31 diantaranya benar adanya terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli*.⁴²

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Basri Hadi, dkk yang meneliti es batu rumah tangga pada penjual minuman di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang. Hasil uji kualitas bakteriologis air yang dilakukan oleh dinas kesehatan kota Padang, wilayah Lubuk Buaya pada presentase 5 terbawah dengan nilai 54,7% dan nilai terbaik 62%. Kualitas air yang rendah disebabkan oleh buruknya sanitasi lingkungan. Bakteri pencemar ini keberadaannya menyebabkan rendahnya kualitas es batu yang mungkin berasal dari berbagai hal seperti : bahan baku (air) dan alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatannya.

Penelitian ini menggunakan dua jenis tes yaitu, tes penduga dan konfirmatif. Sampel yang digunakan ada 9, 1 diantaranya menggunakan air PAM dan 8 dari air sumur pribadi. Hasil dari penelitian pada tes penduga seluruh sampel positif terkontaminasi, hal ini karena pada saat proses pembuatan air tidak dimasak hingga mendidih akibatnya masih banyak bakteri yang belum mati.

Tes konfirmatif dilakukan pada sampel yang positif pada tes penduga, dan didapat hasil positif terkontaminasi. Hasil positif pada tes konfirmatif

⁴² Djaja Rusmana, dkk. “Bakteri *Coliform* dalam Es Batu pada Tiga Rumah Makan Ayam Goreng Siap Saji di Bandung”, (Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranata, JKM Vol. 9 No. 2), 2010, hlm.124.

menunjukkan terdapat produksi gas yang berarti ada pertumbuhan koloni bakteri *coliform* pada medium *Briliant Green Lactose Broth* (BGLB).⁴³

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Antung Sima F., ia meneliti tentang evaluasi bakteri indikator di sepanjang rantai distribusi es batu di Bogor. Pengamatan diawali dengan melakukan survei pada pabrik es batu. Analisa total mikrobahan *coliform* dilakukan terhadap 31 sampel. Pabrik es batu yang dijadikan sumber sampel adalah pabrik es batu di Bogor dan di Depok. Sampel diambil dari pabrik Depok dilakukan dengan pertimbangan adanya depot-depot dan penjual es batu di Bogor yang mendapat pasokan dari luar Bogor, seperti Depok dan Tangerang.

Hasil uji penguat dan identifikasi *coliform* menunjukkan dari 31 sampel yang dianalisa 100% positif *coliform*, 14 diantaranya positif *coliform* non-fekal. Sampel yang positif *E. coli* ada 3 atau sekitar 10%, dimana ketiganya merupakan es batu yang diperoleh dari penjual (tingkat distribusi terakhir).

Hasil analisa mikrobiologis terhadap sampel es batu di Bogor menunjukkan mutu es di daerah ini tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam SNI dan Kepmenkes. Mutu mikrobiologis relatif buruk tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang mempengaruhi diantaranya kualitas air yang digunakan

⁴³ Basri Hadi, dkk, "Uji Bakteriologis Es Batu Rumah Tangga Yang Digunakan Penjual Minuman Di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang", (Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Jurnal Kesehatan Andalas ,2014:3(2), hlm.119 dan 121.

sebagai bahan baku, jenis pembekuan dan penerapan sanitasi juga higienitas dalam penanganan es batu selama proses pembuatan, pengangkutan selain itu penyimpanannya. Air yang digunakan untuk bahan baku es batu seharusnya adalah air dengan mutu yang sama dengan air minum.

Mutu mikrobiologis es batu di Bogor yang rendah juga dipengaruhi oleh penerapan sanitasi dan higienitas dalam penanganannya. Hasil pengamatan di lapangan, dapat diidentifikasi beberapa faktor yang dapat menjadi sumber kontaminasi penyebab buruknya mutu mikrobiologis es batu di Bogor. Es batu di pasaran yang tidak memenuhi syarat mutu ditetapkan sangat beresiko untuk menimbulkan penyakit (*foodborne diseases*) bagi orang yang mengkonsumsinya. Es jenis ini sangat berbahaya mengingat produk pangan ini dikonsumsi oleh hampir semua kalangan, termasuk anak-anak dan orang usia lanjut. Dua sampel yang dianalisa pada penelitian ini pun diperoleh dari penjual es di Sekolah Dasar. Mutu bakteriologis es batu di pasaran sangat penting untuk diperbaiki, dengan cara memperbaiki penerapan sanitasi dan higienitas dalam proses pembuatan dan penanganannya.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah es batu di Bogor tidak memenuhi persyaratan mutu mikrobiologis yang ditetapkan dalam SNI dan Kepmenkes (tidak mengandung *coliform* dan *E. coli* dalam 100 ml). Mutu mikrobiologis yang

relatif buruk tersebut mengindikasikan tidak baiknya penerapan higienitas dan sanitasi dalam penanganan es batu di Bogor.⁴⁴

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Shabrina Ari Rahmaniar dan Inayati Habib, mereka melakukan penelitian tentang perbandingan kualitas es batu di warung makan dengan restoran di DIY dengan indikator jumlah bakteri *coliform* dan *Escherichia coli* terlarut. Penelitian ini dilakukan di 10 warung makan sekitar Universitas Muhammadiyah Yogyakarta serta 10 restoran pada kota Yogyakarta.

Hasil dari penelitian ini didapat presentasi jumlah bakteri *coliform* sebesar 54,3% pada sampel es batu dari warung makan dan 45,7% pada restoran. Presentasi ini menunjukkan bahwa es batu di warung makan memiliki jumlah bakteri *coliform* lebih tinggi dibandingkan pada restoran. Bakteri *E. coli* pada warung makan didapat presentasi jumlah sebesar 54,5% serta di restoran mencapai 45,5%. Perbandingan presentasi ini menunjukkan jumlah bakteri *E. coli* pada warung makan jumlahnya lebih besar dibandingkan pada restoran. Kesimpulan dari penelitian ini adalah tidak terdapat perbedaan signifikan terhadap jumlah bakteri *coliform* dan *E. coli* dalam es batu di warung makan lingkungan Universitas dengan pada restoran.

⁴⁴ Antung Sima Firleyanti, "Evaluasi Bakteri Indikator Sanitasi Di Sepanjang Rantai Distribusi Es Batu Di Bogor", Jurnal Pert.Indon, Vol.11(2), 2006, hlm. 30-34.

Penelitian ini menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Saraswati, dkk. Hasil dari penelitian ini adalah es yang selama ini dikonsumsi oleh masyarakat masih memiliki nilai kelayakan konsumsi rendah atau jauh dari standar yang telah ditetapkan dalam SNI. Kualitas es yang selama ini dikonsumsi masyarakat di warung makan lingkungan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan pada restoran, masih jauh dari kelayakan konsumsi menurut SNI.

Pemerintah Hongkong juga melakukan penelitian mengenai hal ini yang didapatlah hasil, bahwa adanya *E. coli* pada es batu dapat dikarenakan permukaan pembungkus telah terkontaminasi saat pengantaran atau penyimpanan. Permukaan pembungkus yang telah terkontaminasi dapat mencemari es tersebut saat dibuka atau ketika dikeluarkan dari plastik. Bahan baku yang digunakan juga bisa menyebabkan terjadinya kontaminasi karena air untuk membuat es tidak bersih. Hasil dari beberapa penelitian didapat bahwa, *E. coli* yang terkandung dalam air tidak mati pada proses pembekuan sehingga saat es tersebut mencair dapat memungkinkan bakteri untuk aktif kembali.⁴⁵

Penelitian berikutnya adalah percobaan yang dilakukan oleh Dewi Elfidasari, dkk. Peneliti ini meneliti tentang perbandingan kualitas es batu di lingkungan Universitas Al Azhar Indonesia dengan Restoran *Fast Food* di daerah Senayan

⁴⁵ *Op. Cit.*, Shabrina Ari Rahmaniar dan Inayari Habib, hlm. 154 dan 157.

dengan indikator jumlah *Escherichia coli* terlarut. Sampel dari penelitian ini diambil dari tiga titik pengambilan yaitu pada *food court* UAI, pedagang kaki lima dan restoran *fast food* di daerah Senayan, dari ketiganya didapatlah 24 sampel.

Hasil dari penelitian yang dilakukan, didapat 24 sampel dari tiga tempat yang berbeda menunjukkan presentase jumlah *E. coli* dalam es adalah 87,20% dari *food court*, 98% pada pedagang kaki lima dan 18,40% di restoran *fast food*. Kualitas es batu yang selama ini dikonsumsi masyarakat di sekitar tempat pengambilan sampel masih jauh dari nilai kelayakan konsumsi menurut SNI. Faktor yang menyebabkan tingginya jumlah *E. coli* terlarut dalam minuman yang dikonsumsi. Faktor tersebut diantaranya :

1. Tidak diperhatikannya tingkat kebersihan dalam pembuatan es, baik dari air yang digunakan sebagai bahan baku, wadah untuk membuat, bahkan pembuat juga kurang memperhatikan kebersihan tubuhnya.
2. Dilihat dari sumber air, jika air yang digunakan kurang memenuhi standar kelayakan konsumsi. Air yang digunakan sebagai bahan baku sebaiknya dipanaskan terlebih dahulu untuk meminimalisasi bakteri atau mikroorganisme lain yang terdapat didalamnya.
3. Lingkungan pembuatan es juga mempengaruhi tingkat kebersihan dan cemaran bakteri di air.

4. Kurangnya kesadaran, pengetahuan dan disiplin manusia dalam memperhatikan keberhasilan.⁴⁶

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Febriana Christine S. dkk, dengan judul kandungan *coliform* dan klorin es batu di Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan sampel dari berbagai pedagang dan pabrik penghasil es batu di Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada 15 sampel di dua perusahaan dan 13 penjual es batu industri rumah tangga. Hasilnya sekitar 66,67% sampel es batu di dua perusahaan dan 13 penjual dalam lingkup industri rumah tangga memiliki angka lempeng total melebihi ambang batas BPOM.⁴⁷

Penelitian berikutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Ikha Wahyuni, dkk, dengan judul deteksi bakteri *coliform* dan *Escherichia coli* pada minuman es jeruk di Cafe lesehan Pantai Taise Palu. Penelitian ini dilakukan pada 20 sampel Cafe dari jumlah keseluruhan 101 pedagang es jeruk. Hasil penelitian mengatakan bahwa yang menyebabkan kontaminasi pada minuman es jeruk berasal dari es batu. Cafe lesehan yang dijadikan sampel berjumlah 10 buah, 4 diantaranya telah tercemar bakteri *coliform* karena tidak memenuhi syarat baku mutu. Kesimpulannya adalah berdasarkan hasil penelitian pada sampel minuman es

⁴⁶ Dewi Elfidasari, dkk, “Perbandingan Kualitas Es di Lingkungan Universitas Al Azhar Indonesia dengan Restoran *Fast Food* di Daerah Senayan dengan Indikator Jumlah *Escherichia coli* Terlarut”, (Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi, Vol. 1, No. 1), 2011, hlm. 20-21.

⁴⁷ *Op. Cit.*, Febriana Christine Sopacua, dkk, hlm. 5

jeruk di Cafe Lesehan terbukti tercemar bakteri *coliform*, sedangkan *E. coli* negatif ditemukan.

Uji SPC menunjukkan hasil bahwa 50% Cafe Lesehan tercemar karena tidak memenuhi syarat baku mutu yang ditetapkan BPOM. Pengujian dengan menggunakan metode MPN terdapat 30% Cafe Lesehan tercemar oleh bakteri *coliform* pada minuman es jeruk, karena tidak memenuhi syarat baku mutu. Pengujian *coliform fekal* dan uji *E. coli* dinyatakan semua sampel adalah negatif.⁴⁸

E. Dampak yang ditimbulkan dari Mengonsumsi Air yang Tercemar

Penyakit yang ditimbulkan karena mengonsumsi air yang tercemar, terutama feses ada banyak sekali, contohnya penyakit kolera, demam tifoid, dan yang paling sering terjadi adalah diare. Penyakit ini disebabkan karena masuknya bakteri patogen usus ke dalam tubuh melalui minuman yang tercemar tersebut. Penyakit semacam ini disebut juga infeksi enterik karena usuliah yang terinfeksi.⁴⁹

Infeksi yang ditimbulkan karena konsumsi minuman yang tercemar ini sebenarnya bukan berasal dari airnya, melainkan dari tinja/ feses yang berasal dari manusia maupun hewan. Tinja tersebut mengandung patogen-patogen enterik bila berasal dari orang sakit atau penular penyakit. Organisme – organisme penyakit

⁴⁸ Ikha Wahyuni, dkk, “Deteksi Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* pada Minuman Es Jeruk di Cafe Lesehan Pantai Talise Palu”, (Jurnal Biocelbes, Vol. 7 No. 2), 2013, hlm 64.

⁴⁹ *Op. Cit.*, Mikhael J. Pelczar dan Chan, hlm. 711

ini dapat berpindah melalui kontak langsung dengan air yang tercemar atau dapat pula melewati tangan, benda juga serangga seperti lalat.

1. Demam Tifoid

Demam tifoid adalah penyakit menular yang akut dan disebabkan oleh bakteri *Salmonella typhi*. Bakteri ini memiliki masa inkubasi selama sekitar 10 sampai 14 hari. Penyakit ini menimbulkan gejala dini berupa demam, perut gembung, sukar buang air besar, pusing, lesu, ruam, tak bersemangat, tidak ada nafsu makan, mual dan muntah. Diare biasanya terjadi selama infeksi minggu kedua dan mungkin terdapat darah dalam tinja. Bakterinya dapat dijumpai dalam tinja baik selama menderita sakit maupun selama periode penyembuhan.⁵⁰

2. Shigellosis

Shigellosis atau disentri basilar adalah suatu reaksi peradangan akut saluran pencernaan yang disebabkan oleh bakteri yang tergolong genus *Shigella*. Penyakit Shigellosis ini memiliki masa inkubasi selama berkisar antara 1 sampai 7 hari, yang paling umum yaitu sekitar 4 hari. Penyakit ini memiliki gejala berupa yaitu demam dan kejang perut yang nyeri. Diare biasanya terjadi setelah 48 jam, diikuti oleh disentri 2 hari kemudian. Penyakit ini pada kasus yang parah, tinja terutama

⁵⁰ *Ibid*, Mikhael J. Pelczar dan Chan, hlm. 713

terdiri dari darah, lendir dan nanah juga dapat menimbulkan kehilangan zat alir dan elektrolit (mineral atau garam) pada anak-anak juga orang-orang lanjut usia.⁵¹

Shigella adalah penyakit yang ditularkan melalui makanan atau air. Organisme *Shigella* menyebabkan disentri basiler dan menghasilkan respons inflamasi pada kolon melalui enterotoksin dan invasi bakteri. Secara klasik, *Shigellosis* timbul dengan gejala adanya nyeri abdomen, demam, BAB berdarah, dan feses berlendir. Gejala awal terdiri dari demam, nyeri abdomen, dan diare cair tanpa darah, kemudian feses berdarah setelah 3 – 5 hari kemudian. Gejala rata-rata pada orang dewasa lamanya biasanya adalah 7 hari, pada kasus yang lebih parah selama 3 – 4 minggu. *Shigellosis* kronis dapat menyerupai kolitis ulseratif, dan status karier kronis dapat terjadi.

Manifestasi ekstraintestinal *Shigellosis* dapat terjadi, termasuk gejala pernapasan, neurologis seperti meningismus, *Hemolytik Uremic Syndrome*. Pulasan cairan feses menunjukkan polimorfonuklear dan sel darah merah. Kultur feses dapat digunakan untuk isolasi dan identifikasi serta sensitifitas antibiotik.⁵²

3. Kolera

Kolera adalah suatu penyakit akut yang disebabkan oleh enterotoksin yang dihasilkan oleh *Vibrio cholerae* yang membentuk koloni di dalam usus kecil.

⁵¹ *Ibid.* hlm. 718

⁵² Umar Zein, dkk, “Diare Akut disebabkan Bakteri”, (e-USU Repository, Universitas Sumatera Utara), 2004, hlm. 2.

Penyakit ini juga disebabkan karena gaya hidup tidak sehat, kondisi rumah yang berdekatan dengan kandang ternak atau MCK yang masih berupa WC cemplung serta tidak pandainya menjaga kebersihan diri maupun lingkungan.

Penyakit ini menimbulkan gejala berupa muntah, berak seperti air beras dalam jumlah banyak yang mengakibatkan dehidrasi (kekeringan), kehilangan elektrolit dan naiknya keasaman darah. Penyakit ini pada kasus yang parah, dapat menimbulkan kehilangan cairan serta elektrolit dengan cepat dari saluran pencernaan. Gejala penyakit ini menyebabkan kerejatan atau keasaman metabolik (penumpukan metabolit-metabolit asam dalam darah), dan bila tidak diobati, menyebabkan kematian.⁵³

4. Disentri Ameba (Amebiasis)

Penyakit ini merupakan penyakit pada manusia dan hewan-hewan lain yang disebabkan oleh ameba jenis *Entamoeba histolytica*. Penyakit ini juga disebabkan karena kurangnya perhatian pada kebersihan lingkungan, yang menyebabkan mudahnya patogen ini menyebar dan menular.

Penyakit ini memiliki gejala-gejala berkisar dari diare sewaktu-waktu sampai disentri berat, yang kadang-kadang mematikan. Penyakit ini pada infeksi ringan, ameba membentuk koloni di dinding usus, dan hidup dari bakteri dan ameba lain yang terdapat di usus. Penyakit ini pada kasus berat, organisme tersebut

⁵³ *Op. Cit.*, Mikhael J. Pelczar dan Chan, hlm. 723

menyerang selaput lendir usus sehingga menyebabkan luka. Spesimen-spesimen tinja menampakkan sel-sel darah merah di dalam ameba tersebut. Patogen ini juga dapat menyebabkan abses hati bahkan menyebar ke paru-paru, otak dan organ-organ lain.⁵⁴

5. Diare

Diare merupakan penyakit yang sangat umum terjadi pada kasus makanan atau minuman tercemar feses. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli*. Bakteri *Escherichia coli* sebenarnya merupakan bakteri yang umum berada di usus, tetapi karena jumlahnya berlebih akibat dari konsumsi makanan atau minuman yang tercemar menyebabkan timbulnya penyakit diare.

Penyakit diare ini menimbulkan gejala berupa mulas pada perut, lemas, kekurangan cairan (dehidrasi), yang jika tidak ditangani menyebabkan dehidrasi akut dan berujung kematian, aktifitas buang air besar berlebih dan berkurangnya berat badan secara perlahan.

Buang air besar dalam waktu sehari jumlahnya bervariasi sesuai diet dan usia. Penyakit pada sistem pencernaan seperti diare biasanya pada tinja mengandung lebih banyak air dibandingkan yang normal (sering disebut mencret atau tinja seperti air). Diare yang mengandung darah disebut disentri.

⁵⁴ *Ibid*, hlm. 728

Diare sering didefinisikan sebagai buang air encer tiga kali atau lebih dalam sehari. Penyakit ini sering terjadi pada anak, terutama antara usia 6 bulan sampai 2 tahun, atau pada bayi berumur dibawah 6 bulan yang minum susu sapi atau formula makanan bayi. Bayi yang minum air susu ibu sering mengeluarkan tinja yang lunak tapi ini bukan merupakan diare. Penyakit diare sekalipun didefinisikan sebagai aktifitas buang air yang sering, tapi jika mengeluarkan tinja normal secara berulang tidak bisa disebut diare.⁵⁵

a. Patofisiologi

Diare akut infeksi diklasifikasikan secara klinis dan patofisiologis menjadi non inflamasi dan inflamasi. Diare inflamasi disebabkan invasi bakteri dan sitotoksin di kolon dengan manifestasi sindroma disentri dengan diare yang disertai lendir dan darah. Gejala klinis yang menyertai keluhan abdomen seperti mulas sampai nyeri seperti koli, mual, muntah, demam, tenesmus, serta gejala dan tanda dehidrasi. Tinja yang diperiksa secara makroskopis ditemukan lendir atau darah serta mikroskopis didapati sel leukosit polimorfonuklear.

Diare non inflamasi, ini disebabkan oleh enterotoksin yang mengakibatkan tinja cair dengan volume yang besar tanpa lendir dan darah. Keluhan abdomen biasanya minimal atau tidak ada sama sekali, namun gejala dan tanda dehidrasi

⁵⁵ Petrus Andrianto, *Penatalaksanaan dan Pencegahan Diare Akut Edisi 2*, (Jakarta, EGC), 1995, hlm. 1.

cepat timbul, terutama pada kasus yang tidak mendapat cairan pengganti. Tinja yang diperiksa secara rutin tidak ditemukan leukosit.

Mekanisme terjadinya diare yang akut maupun yang kronik dapat dibagi menjadi kelompok osmotik, sekretorik, eksudatif, dan gangguan motilitas. Diare osmotik terjadi bila ada bahan yang tidak dapat diserap meningkatkan osmolaritas dalam lumen yang menarik air dari plasma sehingga terjadi diare. Contoh dari penyakit ini adalah malabsorpsi karbohidrat akibat defisiensi laktase atau akibat garam magnesium.

Diare sekretorik bila terjadi gangguan transport elektrolit baik absorpsi yang berkurang atau pun sekresi yang meningkat. Toksin yang dikeluarkan menjadi akibat dari penyakit ini, misalnya toksin kolera atau pengaruh garam empedu, asam lemak rantai pendek, atau laksatif non osmotik. Hormon yang berperan sebagai intestinal seperti *Gastrin Vasoactive Type Intestinal Polypeptide* (VIP) juga dapat menyebabkan diare sekretorik.

Diare eksekudatif, inflamasi akan mengakibatkan kerusakan mukosa baik usus halus maupun usus besar. Inflamasi dan eksudasi dapat terjadi akibat infeksi bakteri atau bersifat non infeksi seperti *Gluten Sensitive Enteropathi Inflammatori Bowel Disease* (IBD) atau akibat radiasi. Kelompok lain adalah akibat gangguan motilitas yang mengakibatkan waktu transit usus menjadi lebih cepat.

Tirotoksikosis, sintroma usus iritabel, atau diabetes militus merupakan keadaan yang terjadi pada saat ini.

Diare dapat terjadi akibat lebih dari satu mekanisme. Infeksi bakteri paling tidak ada dua mekanisme yang bekerja, peningkatan sekresi usus dan penurunan absorpsi di usus. Infeksi bakteri menyebabkan inflamasi dan mengeluarkan toksin yang menyebabkan terjadinya diare. Infeksi bakteri yang invasif mengakibatkan pendarahan atau adanya leukosit dalam feses.

Mekanisme terjadinya diare akibat kuman entero patogen pada dasarnya meliputi penempelan bakteri pada sel epitel dengan atau tanpa kerusakan mukosa, invasi mukosa dan produksi enterotoksin atau sitotoksin. Satu bakteri dapat menggunakan 1 atau lebih mekanisme tersebut untuk dapat mengatasi pertahanan mukosa usus.⁵⁶

b. Diare Akut dan Kronik

Diare akut timbul secara mendadak dan bisa berlangsung terus selama beberapa hari, disebabkan oleh infeksi usus. Diare kronik merupakan diare yang berlangsung lebih dari 2 minggu. Penyakit diare dapat menyebabkan kurang gizi dan kematian. Kematian akibat diare akut atau disentri tersering disebabkan oleh kehilangan banyak cairan dan garam dari dalam tubuh, kehilangan ini disebut sebagai disentri.

⁵⁶ *Op. Cit.*, Umar Zein, dkk, hlm. 2.

Penyakit diare menjadi lebih serius pada orang yang kurang gizi, karena diare dapat menyebabkan kekurangan nutrisi dan dapat memperburuk keadaan. Kurang gizi terjadi karena selama diare zat gizi hilang dari tubuh dan nafsu makan menjadi berkurang. Ibu menyusui sebagian diantaranya mungkin ada yang menunda pemberian makanan pada bayinya selama beberapa hari, walaupun diare telah membaik. Kurang gizi dapat dikurangi dengan memberikan makanan bernutrisi pada anak yang menderita diare.

c. Dehidrasi Karena Diare

Tubuh mendapatkan cairan dan garam yang diperlukan melalui makanan dan minuman (masukan), serta kehilangan melewati tinja, air seni dan keringat (pengeluaran). Usus yang sehat akan menyerap cairan garam keluar dan masuk ke dalam darah, sehingga dapat digunakan oleh tubuh. Tubuh yang mengalami diare, maka usus tidak bekerja secara normal, lebih sedikit cairan dan garam masuk ke dalam darah juga lebih banyak yang keluar dari darah ke usus. Cairan dan garam yang keluar dari tubuh ke tinja lebih banyak dari normal karena terjadi diare.

Cairan dan garam dari tubuh yang hilang lebih besar dari normal menyebabkan dehidrasi. Dehidrasi timbul bila pengeluaran cairan dan garam lebih besar dari pada masukan. Tinja cair dikeluarkan dalam jumlah yang lebih banyak, sehingga cairan dan garam hilang terus-menerus. Dehidrasi dapat diperburuk oleh

muntah, yang sering menyertai diare. Kekurangan cairan ini timbul lebih cepat pada bayi dan anak kecil, saat iklim panas dan bila seseorang menderita demam.⁵⁷

F. Analisis Materi Pembelajaran

Tujuan pembelajaran Biologi antara lain untuk mengembangkan pengetahuan praktik dari metode Biologi guna memecahkan masalah kehidupan. Pemecahan masalah ini selain untuk kehidupan individu juga sosial serta mengembangkan cara berpikir ilmiah melalui berbagai jenis penelitian dan percobaan. Materi pembelajaran Biologi SMA tentang Kingdom *Monera* pada peserta didik kelas 10 semester ganjil, yaitu pada SK 2. Memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup, KD. 2.2 Mendeskripsikan ciri-ciri Archaeobacteria dan Eubacteria dan peranannya bagi kehidupan.

Materi mengenai bakteri ini selain dapat dikaji dengan teori, juga dapat dilakukan melalui praktikum sehingga dapat menjawab permasalahan dari topik pembelajaran. Praktikum yang dilakukan siswa berguna untuk melatih siswa menggunakan metode ilmiah dalam menghadapi berbagai masalah. Kemampuan siswa dalam mengatasi masalah melalui kegiatan praktikum pembelajaran dapat membuat siswa memperoleh pengetahuan dan pengalaman yang baru. Kegiatan praktikum sangat berguna untuk mendukung kegiatan belajar mengajar, karena dengan adanya metode ini siswa jadi bisa lebih menguasai materi ketimbang

⁵⁷ *Op. Cit.*, Petrus Andrianto, hlm. 3-5.

hanya membaca materi di buku. Oleh karenanya, penelitian mengenai mikroba ini dapat digunakan sebagai bahan pengembangan petunjuk praktikum pada konsep tersebut.

Kompetensi dasar yang diharapkan dapat dikuasai oleh peserta didik yaitu, siswa bisa mendeskripsikan ciri-ciri Archaeobacteria dan Eubacteria juga peranannya bagi kehidupan. Memahami pemanfaatan bakteri dalam pengolahan bahan makanan juga keamanan pangan melalui kegiatan praktikum. Metode yang tepat dibutuhkan dalam memberikan pengalaman belajar bermakna bagi siswa. Metode eksperimen digunakan sebagai pendukung uraian materi Kingdom *Monera* pada siswa SMA kelas 10 semester ganjil.

Metode eksperimen merupakan salah satu cara pembelajaran yang harus dikuasai oleh seorang pendidik karena memberikan pengalaman langsung dalam melaksanakan proses belajar. Metode pembelajaran ini digunakan untuk dapat menjawab permasalahan dari topik materi pelajaran melalui percobaan yang mereka lakukan.

Pembelajaran melalui metode eksperimen ini, siswa dilatih untuk menggunakan metode ilmiah dalam menghadapi berbagai masalah, lebih efektif berfikir, dan membuat pelajar dapat memperoleh ilmu pengetahuan. Pengalaman selama kegiatan praktikum sangat bermanfaat bagi siswa dan dapat memberikan pengetahuan tentang keterampilan dalam menggunakan alat-alat laboratorium.

G. Kerangka Pemikiran

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berdasarkan posisi garis lintang serta bujur berada diantara 6° LU - 11° LS dan 95° BT - 141° BT. Negara ini secara geografis terletak diantara 2 benua, yaitu Asia dan Australia, serta 2 samudera, Pasifik juga Hindia yang mempengaruhi kondisi iklim di Indonesia. Nusantara ini seluruh wilayahnya terletak di daerah yang beriklim tropik (panas), hal ini dikarenakan Indonesia sendiri terletak pada lintang yang rendah dan dilalui oleh garis khatulistiwa, sehingga membuat udara cenderung relatif cukup panas.

Sehingga mengakibatkan penduduk Indonesia memiliki kebiasaan cenderung lebih suka mengkonsumsi berbagai jenis makanan dan minuman yang bersifat dingin juga menyegarkan, salah satunya dengan kandungan es batu. Es batu merupakan produk pangan yang sudah sangat dikenal masyarakat secara umum dianggap aman untuk dikonsumsi.

Es batu pada umumnya terbuat dari bahan baku berupa air, baik itu air yang sudah matang ataupun air mentah. Air yang digunakan dalam pembuatan es batu haruslah yang higienis dan memenuhi standar sanitasi. Usaha es batu sekarang masih dalam skala kecil sehingga sampai saat ini, belum ada peraturan pemberian izin atau rekomendasi kelayakan yang baku ditinjau dari segi higienis dan sanitasi.

Bahan baku air yang digunakan masyarakat untuk pembuatan es batu pada umumnya berasal dari beberapa sumber air seperti yang menggenang

dipermukaan tanah, yaitu waduk, kubangan, sungai dan sumur. Sumber air yang digunakan sebagai bahan pembuat es batu tersebut memungkinkan untuk tercemari oleh feses, baik itu berasal dari manusia ataupun hewan. Feses manusia dan hewan mengandung bakteri patogen usus dan mikroorganisme patogen, seperti bakteri *Coliform*.

Bakteri *coliform* dapat dibedakan atas 2 group yaitu, (1) *coliform fecal* misalnya *Escherichia coli*, dan (2) *coliform non-fecal* misalnya *Enterobacter aerogenes*. *Coliform fecal* adalah bakteri *coliform* yang berasal dari tinja manusia atau hewan berdarah lainnya. Bakteri yang biasanya banyak terdapat pada air terkontaminasi feses manusia serta hewan adalah *Salmonella typhosa*, *Vibrio comma*, *Shigella dysenteriae*, dan *Escherichia coli*. *Salmonella typhosa* adalah bakteri yang dapat menyebabkan penyakit demam tifoid. *Vibrio comma* adalah bakteri yang menyebabkan penyakit kolera. *Shigella dysenteriae* adalah bakteri yang menyebabkan penyakit disentri. Sedangkan *coliform non-fecal* adalah bakteri *coliform* yang ditemukan pada hewan atau tanaman-tanaman yang telah mati. Bakteri *coliform* dapat dibedakan atas 2 group yaitu, (1) *coliform fecal* misalnya *Escherichia coli*, dan (2) *coliform non-fecal* misalnya *Enterobacter aerogenes*. *Coliform fecal* adalah bakteri *coliform* yang berasal dari tinja manusia atau hewan berdarah lainnya. Bakteri yang biasanya banyak terdapat pada air terkontaminasi feses manusia serta hewan adalah *Salmonella typhosa*, *Vibrio*

comma, *Shigella dysenteriae*, dan *Escherichia coli*. *Salmonella typhosa* adalah bakteri yang dapat menyebabkan penyakit demam tifoid. *Vibrio comma* adalah bakteri yang menyebabkan penyakit kolera. *Shigella dysenteriae* adalah bakteri yang menyebabkan penyakit disentri. *Escherichia coli* adalah bakteri yang menyebabkan penyakit diare. Sedangkan *coliform non-fecal* adalah bakteri *coliform* yang ditemukan pada hewan atau tanaman-tanaman yang telah mati.

Sumber-sumber bahan baku air yang tercemari oleh bakteri coliform, apabila dijadikan bahan baku pembuatan es batu, maka akan menimbulkan penyakit diare. Bakteri pencemar ini menyebabkan rendahnya kualitas es batu, yang mungkin berasal dari berbagai hal seperti: bahan baku (air) dan alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatannya. Es batu merupakan produk makanan yang sangat mudah dijumpai di pasaran dan pendistribusiannya menyebar ke banyak tempat, salah satunya kantin-kantin yang ada pada kampus UIN Raden Intan Lampung. Kantin-kantin ini rata-rata konsumennya adalah mahasiswa, pada umumnya mereka kurang memperhatikan apakah es batu yang mereka konsumsi tersebut sehat atau tidak. Es yang dijual di kantin ini sebagian besar didapat dari penjual air suling yang juga membuat es batu. Kantin yang berjumlah 20 los, 19 menjual es batu yang terbuat dari air suling dan 1 dari air matang.

Pada proses berlangsungnya terjadi konsumsi minuman atau makanan yang mengandung es batu di kantin, kemungkinan ada es batu yang tercemari bakteri

coliform, yang mana dapat memicu terjadinya penyakit diare bagi konsumennya. Oleh karena itu, evaluasi mengenai mutu mikrobiologis es batu, termasuk tentang keberadaan *coliform* menjadi penting, untuk mengetahui tingkat sanitasi dan bahaya akibat mikroba patogen dari es yang dikonsumsi secara luas oleh masyarakat.

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Identifikasi Bakteri *Coliform* dalam Es Batu dari Berbagai Kantin di UIN Raden Intan Lampung” di kampus UIN Raden Intan Lampung ini.

H. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

- H_0 = Hasil pengamatan koloni bakteri *coliform* pada medium *MacConkey* dan *Eosin Methylene Blue* (EMB) tidak terbukti adanya kontaminasi pada sampel es batu yang diamati.
- H_1 = Hasil pengamatan koloni bakteri *coliform* pada medium *MacConkey* dan *Eosin Methylene Blue* (EMB) terbukti adanya kontaminasi pada sampel es batu yang diamati.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dikerjakan di Laboratorium Mikrobiologi UPTD Balai Laboratorium Daerah Provinsi Lampung pada bulan Maret sampai dengan Mei 2017.

B. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan Alat yang dipakai pada penelitian ini adalah cawan petri, labu erlenmeyer, pipet ukur, *adjustable volume pipetors*, blue tipe, tabung reaksi, *laminar air flow*, beaker glass, gelas ukur, kertas, autoklaf, oven (alat untuk sterilisasi kering), penghitung koloni manual, kertas label, kapas, kain kasa dan aluminium foil, spatula, neraca digital, hot plate, inkubator, bunsen, pemantik api. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *MacConkey*, *Eosin Methylene Blue* (EMB), akuades, alkohol 70%, dan sampel es batu dari berbagai kantin yang ada di kampus UIN Raden Intan Lampung.

C. Populasi dan Sampel

Populasi merupakan jumlah keseluruhan dari subjek penelitian. Populasi pada penelitian ini adalah semua es batu yang dijual diberbagai kantin yang berjumlah 19 los. Kantin tersebut diantaranya ada 10 los di Syari'ah, 7 di Ushuluddin dan 2 di Asrama. Kantin ini setelah dilakukan observasi didapatkan hasil 18 dari 19 los menggunakan es batu yang bahan bakunya berupa air suling dan sisanya air matang. Los kantin yang menggunakan air suling untuk membuat es batu, diantaranya ada 10 di Syari'ah, 7 di Ushuluddin dan 1 di Asrama.

Populasi pada penelitian ini seluruhnya dijadikan sebagai sampel, karena jumlah kantin yang akan diteliti tidak banyak, maka yang harus digunakan adalah total keseluruhannya. Es batu yang diambil sebagai sampel pada kantin sebanyak 400ml, sampel es batu kemudian dibawa ke laboratorium dan diletakkan pada labu erlenmeyer steril sampai cair pada suhu ruangan.

D. Cara Kerja

1. Sterilisasi Alat

Peneliti menyiapkan alat-alat yang akan dipakai lalu melakukan sterilisasi. Alat yang dipakai pertama dicuci dulu (kecuali bunsen) hingga bersih. Lap bersih atau tissue selanjutnya digunakan untuk mengeringkan alat, kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam pada suhu 100° C. Alat-alat yang berbahan dasar kaca,

seperti cawan petri, beaker glass dan tabung reaksi, dibungkus lebih dulu dengan kertas sebelum disterilkan. Alat yang berbentuk gelas, seperti labu erlenmeyer dan tabung reaksi, ditutup terlebih dahulu mulutnya dengan kapas sebelum dibungkus dengan kertas. Setelah semua alat penelitian steril, selanjutnya peneliti mencuci tangan menggunakan air dan dilanjutkan dengan menggunakan alkohol 70%, memakai masker dan baju kerja di laboratorium untuk melindungi diri.

2. Pembuatan Media

MacConkey sebanyak 50 gram dan EMB 37,5 gram masing-masing disuspensikan ke dalam 1 L akuades, kemudian medium dipanaskan sampai mendidih agar tercampur dengan sempurna selama 1 menit. Medium selanjutnya dimasukkan ke dalam erlenmeyer untuk disterilkan di dalam Autoklaf selama 30 menit dengan suhu 100°C. Media yang telah steril kemudian didinginkan terlebih dahulu sebelum digunakan.

3. Pengenceran dan Inokulasi Sampel

Sampel es batu dicairkan terlebih dahulu (jangan direbus) baru kemudian dilakukan seri pengenceran. Seri pengenceran memakai tabung reaksi, kemudian sampel dicampur dengan akuades. Tabung reaksi sebanyak 3 buah diisi 9 ml akuades terlebih dahulu, selanjutnya pada seri pertama pengenceran ditambah dengan 1 ml sampel dan dihomogenkan kemudian diberi label 10^{-1} . Tabung seri kedua

pengenceran yang sudah berisi 9 ml akuades ditambah dengan 1 ml cairan dari 10^{-1} , kemudian dihomogenkan dan diberi label 10^{-2} . Pengenceran ini dilanjutkan seterusnya dengan metode yang sama sampai didapat seri tingkat 10^{-3} . Seri pengenceran tersebut yaitu, 10^{-1} , 10^{-2} dan 10^{-3} , masing – masing diambil 1 ml dan diinokulasikan dengan metode *pour plate* ke dalam cawan petri steril, ditambahkan dengan 20 – 25 ml *MacConkey* dan EMB. Medium, kemudian dihomogenkan dengan cara diputar membentuk angka 8 sampai rata dan dibiarkan memadat.

4. Inkubasi

Sampel yang telah inokulasikan pada medium agar *MacConkey* dan EMB ke dalam cawan petri, diinkubasi selama 24 jam. Medium diletakkan pada inkubator yang telah diatur suhunya 37°C , yaitu suhu optimum pertumbuhan bakteri dan inkubator harus steril untuk mengurangi resiko kontaminasi.

5. Pengamatan

Masa inkubasi selama 24 jam telah selesai maka dilakukanlah pengamatan pada masing-masing media untuk melihat ada tidaknya koloni bakteri. Pengamatan dilakukan setelah selesai masa inkubasi selama 24 jam, medium diamati per 12 jam. Pengamatan dilakukan dengan memperhatikan warna, morfologi serta jumlah koloni yang tumbuh pada medium.

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode dokumentasi dan observasi. Dokumentasi merupakan proses pengumpulan data bersumber pada benda yang tertulis ataupun berupa gambar. Peneliti secara langsung dapat memperoleh bahan dokumentasi di lapangan, berupa foto hasil pengamatan.

Teknik observasi diartikan sebagai pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala yang tampak pada objek penelitian. Penulis melakukan pengamatan langsung untuk mendapatkan informasi yang akurat. Observasi dilakukan dengan cara mengamati dan menghitung jumlah koloni yang tumbuh pada media.

Parameter yang diukur, yaitu ada tidaknya koloni bakteri *coliform* dalam sampel es batu dengan mengamati medium yang telah diinkubasi. Sampel dikatakan terkontaminasi bakteri *coliform* adalah dengan adanya koloni dengan warna merah atau merah muda (pada MC) dan hijau metalik atau hijau kebiru-biruan (pada EMB). Pengamatan morfologi koloni bakteri *coliform* yang harus dilakukan adalah :

1. Ukuran koloni bakteri *coliform* adalah sedang



2. Bentuk koloni bakteri *coliform* adalah *Circular*

Form



Circular

3. Bentuk elevasi koloni bakteri *coliform* adalah *Raised*

Elevation



Raised

4. Bentuk margin koloni bakteri *coliform* adalah berbentuk *Entire*

Margin



Entire

Parameter yang diukur selanjutnya adalah jumlah dari koloni bakteri yang tumbuh pada medium. Cara menghitung jumlah koloni untuk suatu sampel adalah dengan menggunakan metode *Standar Plate Count* (SPC). SPC adalah standar yang menjelaskan tentang cara menghitung koloni pada cawan petri serta memilih data yang ada untuk menjumlah koloni.

Cara menghitung koloni pada cawan mengacu pada beberapa syarat sebagai berikut :

- a. Cawan yang dipilih dan dihitung adalah yang mengandung jumlah koloni antara 30-300.
- b. Beberapa koloni yang bergabung menjadi satu merupakan suatu kumpulan koloni yang besar dimana jumlah koloninya diragukan, dapat dihitung satu koloni.
- c. Satu deretan (rantai) koloni yang terlihat sebagai suatu garis tebal dihitung sebagai satu koloni.

Koloni pada cawan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{SPC} = \text{Jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{Pengenceran percawan}}^{58}$$

F. Analisis Data

Analisis dikerjakan dengan cara deskriptif kuantitatif yaitu menampilkan jumlah dan identifikasi bakteri yang ada pada sampel es batu. Perhitungan jumlah bakteri ditampilkan dalam bentuk tabel.

Tabel Jumlah Bakteri *Coliform* dalam Sampel Es Batu

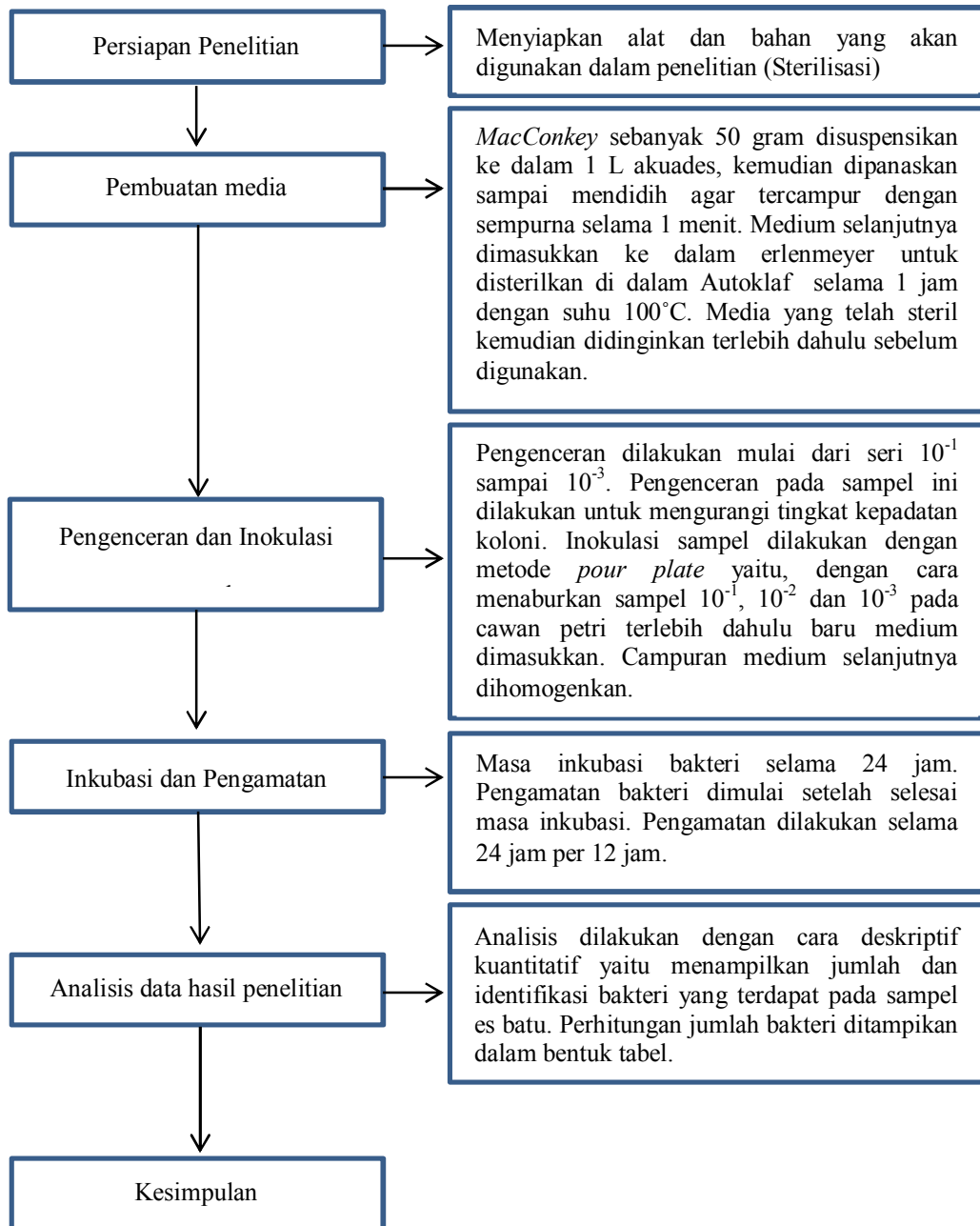
No. Sampel	Sumber Es Batu	<i>MacConkey</i>	EMB
1	Kantin 1	-	-

⁵⁸ Ikha Wahyuni, *et. al.* “Deteksi Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* pada Minuman Es Jeruk di Cafe Lesehan Pantai Talise Palu”, (Jurnal Biocelbes Vol. 7 No. 2), 2013, hlm. 60.

2	Kantin 2	-	-
3	Kantin 3	-	-
4	Kantin 4	-	-
5	Kantin 5	-	-

G. Alur Kerja Penelitian

Adapun alur kerja dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



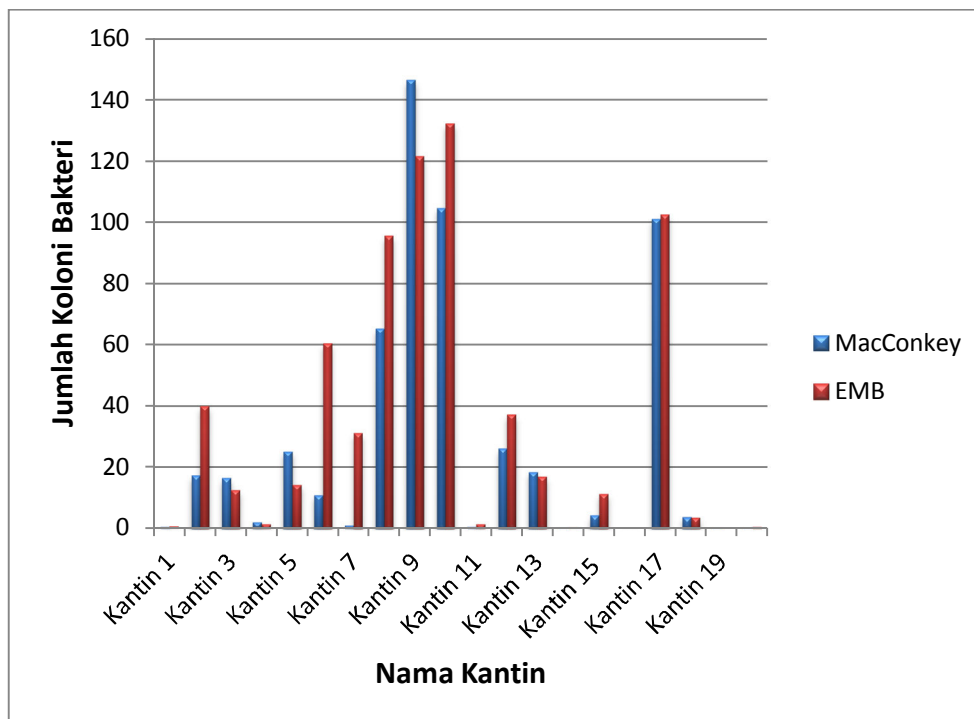
BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah peneliti kerjakan di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Lampung terhadap es batu dari berbagai kantin di kampus UIN Raden Intan Lampung, dalam kurun waktu penelitian sejak bulan Maret – Mei 2017, diperoleh hasil sebagai berikut:

Grafik 4.1 Perbandingan Cemaran Bakteri



Dari hasil yang ditampilkan pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa kantin dengan hasil tertinggi pada media *MacConkey* adalah kantin 9, yaitu $146,48 \times 10^2$ cfu per 100 ml kemudian EMB kantin 10, yaitu $132,18 \times 10^2$ cfu per 100 ml. Sedangkan untuk hasil terendah adalah kantin 16, yaitu pada media *MacConkey* 0×10^2 cfu per 100 ml dan EMB 0×10^2 cfu per 100 ml. Hasil tersebut dapat dilihat secara terperinci pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Jumlah Bakteri *Coliform* dalam Sampel Es Batu

No.	Nama Kantin	Jumlah Bakteri ($\times 10^2$ cfu/100 ml)	
		<i>MacConkey</i>	EMB
1.	Kantin 1	0,6	0,7
2.	Kantin 2	17,21	39,86
3.	Kantin 3	16,41	12,44
4.	Kantin 4	2,1	1,5
5.	Kantin 5	25,1	14,25
6.	Kantin 6	10,92	60,34
7.	Kantin 7	1,05	31,1
8.	Kantin 8	65,16	95,59
9.	Kantin 9	146,48	121,48
10.	Kantin 10	104,71	132,18
11.	Kantin 11	0,65	1,45
12.	Kantin 12	26,09	37,1
13.	Kantin 13	18,42	16,98
14.	Kantin 14	0,1	0,47
15.	Kantin 15	4,25	11,28
16.	Kantin 16	0	0
17.	Kantin 17	100,98	102,44
18.	Kantin 18	3,73	3,58
19.	Kantin 19	0,1	0
20.	Penjual Es Batu	0,1	0,6

Jumlah bakteri *coliform* yang ditemukan pada sampel yang dibiakkan pada lempeng agar *MacConkey* dan Eosin Methylene Blue (EMB) bisa dilihat pada tabel di atas. Koloni bakteri yang tumbuh pada sampel dibaca sebagai jumlah koloni, diinterpretasikan sebagai *cfu* (*colony forming unit* atau *unit pembentuk koloni*).⁵⁹

Berdasarkan hasil pengujian sampel es batu dari berbagai kantin di kampus UIN Raden Intan Lampung menunjukkan bahwa kualitas es yang memenuhi standar mutu kelayakan makanan dan minuman berada pada sampel dari kantin 1, 14, 16, 19 dan penjual es batu, sedangkan pada kantin 11 sampel yang dibiakkan dalam medium *MacConkey* yang memenuhi syarat sedangkan EMB belum. Kantin yang hasilnya tertinggi di media *MacConkey* adalah kantin 9, yaitu pada *MacConkey* $146,48 \times 10^2$ *cfu* per 100 ml dan EMB $121,48 \times 10^2$ *cfu* per 100 ml. Kantin dengan hasil tertinggi di medium EMB adalah kantin 10 yang memperoleh hasil pada media *MacConkey* $104,71 \times 10^2$ *cfu* per 100 ml dan EMB $132,18 \times 10^2$ *cfu* per 100 ml. Kantin selanjutnya adalah kantin 17 dengan hasil pada media *MacConkey* $100,98 \times 10^2$ *cfu* per 100 ml dan EMB $102,44 \times 10^2$ *cfu* per 100 ml.

Kantin yang memperoleh hasil yang cukup tinggi selanjutnya adalah kantin 8, yaitu pada media *MacConkey* $65,16 \times 10^2$ *cfu* per 100 ml dan EMB $95,59 \times 10^2$ *cfu* per 100 ml. Kantin selanjutnya adalah kantin 6, namun ada perbedaan sangat jauh pada jumlah hasil di medium *MacConkey* dan EMB. Hasil perhitungan

⁵⁹ Djaja Rusmana, dkk, "Bakteri *Coliform* dalam Es Batu pada Tiga Rumah Makan Ayam Goreng Siap Saji di Bandung", (Jurnal Penelitian FK Universitas Kristen Maranatha, Bandung, JKM. Vol. 9 No.2), 2010, hlm 126

jumlah koloni dari sampel kantin 6 pada media *MacConkey* $10,92 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $60,34 \times 10^2$ cfu per 100 ml. Kantin selanjutnya adalah kantin 2, yang setelah diamati didapatkan hasil pada media *MacConkey* $17,21 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $39,86 \times 10^2$ cfu per 100 ml.

Kantin berikutnya adalah kantin 12 yang memiliki hasil yang masih terhitung tinggi, yaitu pada media *MacConkey* $26,09 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $37,01 \times 10^2$ cfu per 100 ml. Kantin berikutnya adalah kantin 7, tetapi terdapat perbedaan jauh pada jumlah koloni yang diperoleh pada media *MacConkey* dan EMB. Hasil perhitungan yang didapat pada media *MacConkey* $1,05 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $31,1 \times 10^2$ cfu per 100 ml. Kantin berikutnya adalah kantin 5 yang hasil perhitungannya masih terbilang tinggi, yaitu pada media *MacConkey* $25,1 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $14,25 \times 10^2$ cfu per 100 ml.

Kantin berikutnya adalah kantin 13 yang hasil perhitungannya juga masih terhitung tinggi dan jauh dari standar kelayakan es batu. Hasil perhitungan yang didapat pada media *MacConkey* $18,42 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $16,98 \times 10^2$ cfu per 100 ml. Kantin selanjutnya adalah kantin 3, hasilnya adalah pada media *MacConkey* $16,41 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $12,44 \times 10^2$ cfu per 100 ml. Kantin selanjutnya adalah kantin 15 dengan angka perhitungan hasilnya berupa pada media *MacConkey* $4,25 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $11,28 \times 10^2$ cfu per 100 ml.

Kantin berikutnya adalah kantin 18 yang hasil perhitungannya tidak begitu tinggi tapi masih tidak memenuhi standar mutu es batu. Angka hasil perhitungan

jumlah koloni berupa pada media *MacConkey* $3,73 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $3,58 \times 10^2$ cfu per 100 ml. Kantin selanjutnya adalah kantin 4. Sampel dari kantin4 setelah diteliti diperoleh hasil pada media *MacConkey* $2,1 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $1,5 \times 10^2$ cfu per 100 ml. Kantin selanjutnya adalah kantin 11 dengan hasil pada media *MacConkey* masih memenuhi syarat tapi pada EMB belum. Kantin 11 sampelnya setelah diteliti memperoleh hasil pada media *MacConkey* $0,65 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $1,45 \times 10^2$ cfu per 100 ml.

Sampel es batu dari kantin yang terdapat pertumbuhan koloni bakteri tetapi masih masuk ke dalam standar mutu kelayakan berikutnya adalah kantin 14. Angka hasil perhitungan yang diperoleh pada media *MacConkey* $0,1 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $0,47 \times 10^2$ cfu per 100 ml. Kantin selanjutnya adalah kantin 1 dengan angka hasil perhitungan pada media *MacConkey* $0,6 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $0,7 \times 10^2$ cfu per 100 ml.

Sampel selanjutnya diambil dari depot air suling di depan kampus yang juga mendistribusikan es batu ke hampir seluruh kantin. Hasil dari penelitian pada sampel yang telah dilakukan terdapat sedikit koloni bakteri tetapi masih masuk ke dalam standar mutu kelayakan es batu. Angka perhitungan jumlah koloni bakteri pada sampel adalah di media *MacConkey* $0,1 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB $0,6 \times 10^2$ cfu per 100 ml, ini masih termasuk layak karena masih dibawa $1,00 \times 10^2$ cfu per 10 ml. Pada kantin 19 didapatkan angka hasil perhitungan pada media *MacConkey* $0,1 \times 10^2$ cfu per 100 ml dan EMB 0×10^2 cfu per 100 ml.

Kantin yang sampelnya benar-benar masuk ke dalam standar mutu kelayakan adalah kantin 16. Hasil perhitungannya adalah pada media *MacConkey* 0×10^2 cfu per 100 ml dan EMB 0×10^2 cfu per 100 ml. Sampel yang digunakan setelah diteliti sebenarnya terdapat 1 koloni yang tumbuh pada medium EMB ketika pengamatan kedua di cawan 10^{-1} , tetapi karena terdapat juga 1 koloni yang tumbuh pada kontrol maka hasil harus dikurangi dengan jumlah koloni pada kontrol sehingga sampel terhitung tidak terdapat bakteri yang tumbuh.

Tingkat cemaran pada sampel es batu dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu memenuhi syarat, cemaran ringan, cemaran sedang dan cemaran berat. Tabel berikut menunjukkan bagaimana tingkat kelayakan dan status cemaran yang ada pada sampel baik di media *MacConkey* ataupun *Eosin Methylen Blue* (EMB). Tingkat kelayakan dan cemaran sampel dapat dilihat pada tabel beriku :

Tabel 4.2 Status Cemaran Bakteri

No	Nama Kantin	Status Cemaran Bakteri (Coliform)	
		MC	EMB
1.	Kantin 1	Cemaran ringan	Cemaran ringan
2.	Kantin 2	Cemaran sedang	Cemaran berat
3.	Kantin 3	Cemaran sedang	Cemaran sedang
4.	Kantin 4	Cemaran ringan	Cemaran ringan
5.	Kantin 5	Cemaran sedang	Cemaran sedang
6.	Kantin 6	Cemaran sedang	Cemaran berat
7.	Kantin 7	Cemaran ringan	Cemaran berat
8.	Kantin 8	Cemaran berat	Cemaran berat
9.	Kantin 9	Cemaran berat	Cemaran berat
10.	Kantin 10	Cemaran berat	Cemaran berat
11.	Kantin 11	Cemaran ringan	Cemaran ringan

No	Nama Kantin	Status Cemarkan Mikroba (<i>Coliform</i>)	
		MC	EMB
12.	Kantin 12	Cemarkan sedang	Cemarkan berat
13.	Kantin 13	Cemarkan sedang	Cemarkan sedang
14.	Kantin 14	Cemarkan ringan	Cemarkan ringan
15.	Kantin 15	Cemarkan ringan	Cemarkan sedang
16.	Kantin 16	Memenuhi syarat	Memenuhi syarat
17.	Kantin 17	Cemarkan berat	Cemarkan berat
18.	Kantin 18	Cemarkan ringan	Cemarkan ringan
19.	Kantin 19	Cemarkan ringan	Memenuhi syarat
20.	Penjual Es Batu	Cemarkan ringan	Cemarkan ringan

Berdasarkan hasil penelitian dan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang penentuan status cemarkan mikroba dengan menggunakan sistem nilai dari “US-EPA (*Environmental Protection Agency*)”, status cemarkan *coliform* terbagi menjadi 4 katagori yaitu :

1. Kelas A = 0 = memenuhi syarat
2. Kelas B = -1 s/d -10 = cemarkan ringan
3. Kelas C = -11 s/d -30 = cemarkan sedang
4. Kelas D = \geq -30 = cemarkan berat⁶⁰

Berdasarkan tabel 4.2 maka semua sampel tersebut dapat dikelompokkan menjadi memenuhi syarat, cemarkan ringan, cemarkan sedang kemudian cemarkan berat. Sampel yang memenuhi syarat hanya 2, yaitu kantin 16 dan 19, tetapi kantin 19 hanya pada EMB saja. Sampel yang termasuk ke dalam katagori

⁶⁰ Menteri Negara Lingkungan Hidup, “Salinan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air”. (Jakarta, Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia), 2003, hlm. 4

cemaran ringan pada MC ada 9, yaitu dari kantin 1, 4, 7, 11, 14, 15, 18, 19 dan penjual es batu, sedangkan di EMB ada 6, yaitu kantin 1, 4, 7, 11, 14, 18, dan penjual es batu. Sampel yang termasuk ke dalam katagori cemaran sedang pada MC ada 6, yaitu kantin 2, 3, 5, 6, 12 dan 13, sedangkan pada EMB ada 4, yaitu 3, 5, 13 dan 15. Sampel yang termasuk ke dalam golongan cemaran berat pada MC ada 4, yaitu kantin 8, 9, 10 dan 17, sedangkan pada EMB ada 8, yaitu kantin 2, 6, 7, 8, 9, 10, 12 dan 17.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, maka dalam dugaan sementara bakteri yang ditemukan adalah bakteri *coliform*, yaitu diantaranya *Esherichia coli*, *Salmonella* sp., *Klebsiella* sp., *Shigella* sp., dan *Proteus* sp.. Bakteri yang ditemukan tersebut masih dalam dugaan sementara saja karena tidak dilakukan uji penegasan lebih lanjut pada sampel. Koloni bakteri *E. coli* pada medium MC berwarna pink kemerahan sedangkan di EMB hijau kebiru-biruan (metalik). Koloni bakteri *Klebsiella* sp., pada medium MC berwarna kuning berlendir sedangkan di EMB berwarna pink berlendir. Koloni bakteri *Shigella* sp., *Salmonella* sp., dan *Proteus* sp. pada kedua medium tersebut tidak berwarna dan transparan.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian pada es batu yang dijual diberbagai kantin di lingkungan kampus UIN Raden Intan Lampung dan penjual es batu diperoleh hasil bahwa benar adanya kontaminasi bakteri *coliform*. Sampel es yang diteliti

berjumlah 20 sampel, 19 dari berbagai kantin di kampus dan 1 didapat pada penjual es batu. Hasil yang didapat berupa 14 sampel tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia No. 01-3553 tahun 2006 yaitu $1,0 \times 10^2$ cfu per 100 ml, sedangkan 6 sampel lainnya masih memenuhi standar tersebut.

Sampel yang tergolong layak dikonsumsi ada 6, yaitu kantin 1, 11, 14, 16, 19 dan sampel dari penjual es batu, tetapi sampel 11 hanya pada MC saja yang layak dikonsumsi. Kantin lain selain ke enam kantin tersebut termasuk tidak layak dikonsumsi karena melebihi batas maksimum kelayakan es batu. Kantin yang termasuk layak dikonsumsi tersebut dikarenakan jumlah pertumbuhan koloni bakteri belum melebihi batas mutu kelayakan konsumsi es batu, yaitu $1,0 \times 10^2$ cfu per 100 ml, sedangkan yang tidak layak sebaliknya. Kondisi kantin yang tergolong layak dikonsumsi dan tidak layak dikonsumsi ini dipengaruhi oleh keadaan dan kebersihan lingkungan kemudian pengolahan es batunya serta cuaca ketika pengambilan sampel. Curah hujan yang tinggi mempengaruhi tingkat kelembaban lingkungan, akhirnya menyebabkan pertumbuhan bakteri juga meningkat.

Hasil penelitian yang menyatakan bahwa sebagian besar dari sampel positif terkontaminasi bakteri *coliform* ini dikarenakan kondisi kantin lembab, kurang terjaga kebersihannya dan terdapat banyak lalat di sekitar kantin. Serangga yang menjadi vektor penyebaran bakteri penyebab penyakit seperti *Escherichia coli* (menyebabkan diare) salah satunya adalah lalat. Kantin yang diteliti beberapa diantaranya berdekatan dengan toilet dan memiliki saluran air terbuka. Hal ini

sejalan dengan penelitian sebelumnya, dimana kondisi kebersihan, penanganan air limbah dan kebersihan toilet di dekat kantin merupakan faktor dominan yang memiliki dengan adanya kontaminasi bakteri pada makanan juga minuman.⁶¹ Lokasi kantin yang berdekatan dengan tempat sampah dapat mempengaruhi adanya kontaminasi, hal ini dinyatakan dalam penelitian sebelumnya.⁶² Kebersihan dari kantin dapat mempengaruhi adanya kontaminasi pada minuman yang menggunakan es, hal ini juga dinyatakan dalam penelitian yang lain.⁶³ Penelitian lain juga mengatakan bahwa kontaminasi bakteri pada makanan dan minuman berhubungan dengan kualitas sanitasi tempat penjual.⁶⁴ Berdasarkan penelitian lainnya menyatakan bahwa lingkungan tidak terjaga sanitasinya dapat menjadi faktor timbulnya kontaminasi pada minuman jajanan.⁶⁵

Penjual dapat mempengaruhi ada atau tidaknya kontaminasi pada es batu dari faktor kondisi kebersihan dirinya, saat menyajikan minuman menggunakan es tidak mencuci tangan memakai sabun terlebih dahulu. Tangan yang kotor atau

⁶¹ Dewi Nuryani, dkk, "Kontaminasi *Escherichia coli* pada Makanan Jajan di Kantin Sekolah Dasar Negeri Wilayah Denpasar Selatan", (Enterotrophic Vol. 10 No. 1 ISSN : 1907-5626, Denpasar, Bali), 2016, hlm 30

⁶² Mega Mirawati, dkk, " *Salmonella* pada Jajanan yang Dijual di Kantin dan Luar Kantin Sekolah Dasar", (Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan, Vol. 1 No. 2, Poltekes Kemenkes Jakarta III), 2014, hlm 145

⁶³ Muhammad Nurman, dkk, " Bakteri *Coliform* yang Terdapat pada Minuman Es Teh di Rumah Makan Tepi Laut Purus Padang Barat", (Jurnal Kesehatan Andalas, FK UNAND), 2015, hlm. 779

⁶⁴ Rizqi Putri Kurniasih, dkk, "Hubungan Higiene dan Sanitasi Makanan dengan Kontaminasi Bakteri *Escherichia coli* dalam Makanan di Warung Makan Sekitar Terminal Borobudur, Magelang", (Jurnal Kesehatan Masyarakat, Vol. 3, No. 1, ISSN : 2356-3346, FKM UNDIP Semarang), 2015, hlm 555

⁶⁵ Selian LS, dkk, "Uji *Most Probable Number* (MPN) dan Deteksi Bakteri *Coliform* dalam Minuman Jajan yang dijual di Sekolah Dasar Kecamatan Sukabumi Kota Bandar Lampung", (Jurnal FK UNILA, ISSN : 2337-3776, Bandar Lampung), 2013, hlm 133

terkontaminasi dapat menjadi perantara berpindahnya bakteri dan virus patogen dari tubuh, feses, atau sumber lain ke es batu. Pedagang yang tidak mencuci tangan menggunakan sabun terlebih dahulu menyebabkan kemungkinan adanya bakteri pada tangannya kemudian mengkontaminasi es batu tersebut.

Pencucian tangan adalah hal penting yang harus dilakukan oleh pekerja jika terlibat dalam penanganan makanan. Meskipun tampaknya merupakan kegiatan ringan dan sering disepelekan, terbukti cukup efektif dalam upaya mencegah kontaminasi pada makanan. Pemilik dan pekerja kantin biasanya hanya mencuci tangan menggunakan air, bahkan ada yang menggunakan air cucian dan hanya sekedar bersih yang terlihat oleh mata. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya menyatakan bahwa hal yang dapat mempengaruhi terjadinya kontaminasi makanan dan minuman oleh bakteri adalah kebersihan penjual, buruknya praktik higienis pedagang dan kurang baiknya perilaku dan pengetahuan penjamah.^{66,67,68} Kondisi kebersihan diri penjamah dan pengolah minuman juga dapat mempengaruhi terjadinya kontaminasi.⁶⁹ Kontaminasi

⁶⁶ *Op. Cit.* Mega Mirawati, dkk, hlm 144

⁶⁷ Rainy Rifa, dkk, “Studi Keberadaan *Escherichia coli* pada Es Batu yang Digunakan oleh Pedagang Warung Makan di Tembalang”, (Jurnal Kesehatan Masyarakat Vol. 4, No. 2, ISSN : 2356-3346 UNDIP, Semarang), 2016, hlm 181

⁶⁸ Anton Wibawa, “Faktor Penentu Kontaminasi Bakteriologi pada Makanan Jajanan di Sekolah Dasar”, (Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional Vol. 3 No. 1, Tangerang), 2008, hlm 6

⁶⁹ Alifia Nadanti, “Gambaran Higiene Sanitasi Pengolahan Es Buah yang Terkontaminasi Bakteri *Coliform* di Kelurahan Pisangan Kota Tangerang Selatan”, (Skripsi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Prodi Kesehatan Masyarakat, Tangerang), 2015, hlm 62

bakteri pada makanan dan minuman ini juga berhubungan dengan praktek personal hygiene pedagang dalam menjaga kebersihan diri dan pakaian.⁷⁰

Menurut Kepmenkes RI No. 942/Menkes/SK/VII/2003 tentang syarat-syarat penjamah dalam menangani makanan jajanan dan minuman antara lain tidak menderita penyakit menular, misal batuk, pilek, influenza, diare dan penyakit perut sejenisnya, menutup luka (pada luka terbuka/ bisul), menjaga kebersihan tangan, rambut, kuku dan pakaian, memakai celemek dan penutup kepala, mencuci tangan setiap kali hendak menangani makanan atau minuman, menjamah makanan harus memakai alat/ perlengkapan atau dengan alas tangan, tidak sambil merokok, menggaruk anggota badan (telinga, hidung, mulut dan bagian lainnya), dan terakhir tidak batuk atau bersin dihadapan makanan jajanan atau minuman yang disajikan dan tanpa menutup hidung atau mulut.⁷¹

Benda yang digunakan untuk memecah es juga mempengaruhi kehygienisan es batu. Es batu pada saat penyajian dipecah menggunakan martil (palu) atau tongkat besi dan anak cobek tanpa dilapisi plastik atau lap bersih. Alat pemecah es batu jika tidak dilapisi terlebih dahulu memungkinkan terjadinya kontaminasi pada es batu dari bakteri yang ada di alat tersebut. Alat yang digunakan untuk mengambil es batu (centong nasi atau sendok sayur) juga diletakkan begitu saja

⁷⁰ *Op. Cit.* Rizqi Putri Kurniasih, hlm 557

⁷¹ Ika Purnamasari, "Hygiene Sanitasi dan Pemeriksaan Kandungan Bakteri *Escherichia coli* pada Es Krim yang dijual di Kecamatan Medan Petisah Kota Medan", (Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara), 2009, hlm 16

ditempat terbuka, sehingga memungkinkan untuk tercemar bakteri atau dihindangi lalat.

Air yang dipakai untuk mencuci juga jarang diganti, kecuali pada kantin 2 dan 12 (ada kran di dalam kantin). Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, peralatan yang digunakan selama proses penyajian harus terjaga kebersihannya.⁷² Kebersihan dari wadah penyimpanan es batu juga dapat mempengaruhi adanya kontaminasi bakteri *coliform*.⁷³ Selain itu, peralatan dan pengolahan makanan dan minuman juga dapat menjadi sumber kontaminasi.⁷⁴ Perlengkapan dan peralatan yang digunakan untuk mengolah makanan dan minuman bisa menjadi sumber kontaminasi jika tidak dibersihkan dengan benar.⁷⁵

Hasil penelitian yang ditampilkan pada tabel 4,2 menyatakan bahwa tingkat cemaran bakteri di es batu terbagi menjadi 4 kategori, yaitu cemaran berat, cemaran sedang, cemaran ringan dan memenuhi syarat. Kantin yang tergolong ke dalam cemaran berat adalah pada media MC ada 4, yaitu kantin 8, 9, 10 dan 17, sedangkan di EMB ada 8, yaitu kantin 2, 6, 7, 8, 9, 10, 12 dan 17. Kantin tersebut tergolong dalam cemaran berat dikarenakan saluran irigasi yang terbuka, kecuali kantin 2, 6 dan 7 kemudian kantin 7, 8, 9 dan 10 letaknya berdekatan dengan kamar mandi.

⁷² Nur Laila Agustina, "Hubungan antara Higiene Penjamah dan Sanitasi Makanan dengan Keberadaan Bakteri *Escherichia coli*", (Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahraaan UNNES, Semarang), 2011, hlm 20-21

⁷³ *Op.Cit.* Rainy Rifa, dkk, hlm 180

⁷⁴ *Op.Cit.* Mega Mirawati, dkk, hlm 144

⁷⁵ *Op.Cit.* Alifia Nadanti, hlm 66

Sampel yang diteliti tersebut kecuali dari kantin 2, 6 dan 7 diambil pada saat musim penghujan. Es batu yang dijadikan sampel juga diambil saat siang hari ketika es sudah banyak terkena tangan kemudian dalam keadaan sudah dipecahkan, kecuali dari kantin 6 dan 7. Sampel dari kantin 6 dan 7 diambil dalam keadaan utuh tapi adanya lubang pada plastik pembungkus yang memungkinkan terjadinya kontaminasi di es tersebut, kemudian saat mencair terdapat kotoran berupa debu dari sampel kantin 7 juga potongan daun di sampel kantin 6. Selain itu plastik pembungkus es batu juga tidak disimpan secara higienis.

Kantin yang termasuk cemaran sedang pada MC ada 6, yaitu kantin 2, 3, 5, 6, 12 dan 13, sedangkan pada EMB ada 4, yaitu 3, 5, 13 dan 15. Kantin tersebut keadaannya tidak jauh berbeda dengan yang tergolong cemaran berat. Sampel yang diteliti kecuali dari kantin 2, 6 dan 15 diambil ketika musim penghujan. Es batu yang dijadikan sampel juga diambil saat siang hari ketika es sudah banyak terkena tangan kemudian dalam keadaan sudah dipecahkan, kecuali dari kantin 15. Sampel dari kantin 15 diambil dengan kondisi utuh tapi terdapat lubang pada plastik pembungkus yang mungkin menjadi penyebab terjadinya kontaminasi di es tersebut, kemudian saat mencair terdapat kotoran berupa debu. Plastik pembungkus es batu juga tidak disimpan secara higienis.

Sampel yang tergolong cemaran ringan pada MC ada 9, yaitu dari kantin 1, 4, 7, 11, 14, 15, 18, 19 dan penjual es batu, sedangkan di EMB ada 6, yaitu kantin 1, 4, 7, 11, 14, 18, dan penjual es batu. Sampel dari kantin tersebut terkontaminasi bakteri disebabkan karena penyebab yang hampir sama dengan cemaran sedang

maupun berat. Kantin 7 pada EMB tergolong ke dalam cemaran berat tetapi pada MC cemaran ringan. Kondisi ini dikarenakan pada saat pengambilan sampel ketika akan ditanam di media bakteri yang terdapat di sampel tidak dapat dipastikan terambil atau tidak.

Sampel dari penjual es batu diambil pagi hari langsung ke depot penjual dan ketika kondisi cuaca sedang cerah. Pembungkus es batu sekalipun bagian luarnya agak kotor tapi tidak terdapat lubang sehingga minim terjadi kontaminasi, jadi kemungkinan bakteri yang terdeteksi bukan berasal dari lingkungan luar melainkan ada bahan baku (air suling) atau bisa jadi ketika saat proses produksi.

Kontaminasi yang terjadi pada es batu kemungkinan berasal dari sumber bahan baku dan cara pembuatannya. Es batu yang diteliti positif terkontaminasi bakteri *coliform* sekalipun tidak banyak. Depot yang memproduksi es batu untuk disebarakan pada berbagai kantin di kampus berada tepat di pinggir jalan dan terdapat banyak debu juga kondisi lingkungan kemudian kebersihan diri operatornya kurang terjaga sehingga memungkinkan terjadinya kontaminasi dari depot tersebut. Galon yang dijadikan wadah air suling juga proses pembersihannya kurang memadai. Proses distribusi es batu menggunakan mobil bak terbuka dan dibawa memakai wadah dan tidak ditutup sehingga memungkinkan terjadinya kontaminasi bakteri dari udara.

Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan, adalah air baku, kebersihan

operator, penanganan terhadap wadah dan kondisi depot.⁷⁶ Kontaminasi kemungkinan bersumber dari proses awal produksi, sterilisasi, dan kondisi kebersihan lingkungan juga pekerja yang kurang terkontrol.⁷⁷ Bakteri *coliform* yang berkembang dan mencemari air ini dikarenakan adanya kontaminasi pada peralatan, kurangnya pengetahuan akan hygiene oleh pemilik depot, sanitasi tempat pengolahan kurang terjaga serta dari sistem distribusi.⁷⁸ Hasil analisis mikrobiologis terhadap sampel es batu di Bogor menunjukkan bahwa mutunya relatif buruk, hal ini dipengaruhi karena buruknya kualitas air, jenis pembekuan dan penerapan sanitasi dan higienitas dalam penanganan es batu selama proses pembuatan, pengangkutan dan penyimpanannya. Air sebagai bahan baku es batu seharusnya mempunyai mutu yang sama dengan air minum.⁷⁹ Kurang diperhatikannya praktik higiene pada depot menyebabkan keseluruhan sampel air yang diteliti oleh peneliti sebelumnya melampaui ambang batas dari standar baku mutu sesuai ketetapan pemerintah.⁸⁰ Proses distribusi dari depot ke pedagang

⁷⁶ Fathoni Afif dkk, “ Bakteri *Escherichia coli* pada Air Minum Isi Ulang yang diproduksi Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Padang Selatan”, Jurnal Kesehatan Universitas Andalas, 2015, hlm 379

⁷⁷ I Dewa Gede Natih Kacu Putra, dkk, “Analisis Mutu Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali”, (Jurnal penelitian Fakultas Teknologi Pertanian Unud, Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Bali), 2012, hlm 6

⁷⁸ Tika Herawati, dkk, “Perbedaan Jumlah *Coliform* pada Air Minum Isi Ulang Setelah Pengolahan Berdasarkan Sumber Air Baku di Depot Air Minum Isi Ulang Kota Tasikmalaya”, (Jurnal penelitian Fakultas Ilmu Kesehatan Peminatan Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Kerja Universitas Siliwangi), 2012, hlm 8

⁷⁹ Antung Sima Firlieyanti, “Evaluasi Bakteri Indikator Sanitasi di Sepanjang Rantai Distribusi Es Batu di Bogor”, (J.II. Pert.Indon. Vol. 11 (2)), 2006, hlm 33

⁸⁰ *Op.Cit.* Rainy Rifa, dkk, hlm 180

kecil di kantin dapat menjadi salah satu sumber kontaminasi di es batu, hal ini dinyatakan dalam penelitian sebelumnya.⁸¹

Kantin 19 hasil perhitungan jumlah koloni bakterinya terhitung sedikit dikarenakan sumber bahan bakunya bukan merupakan air suling seperti kantin lainnya. Kantin ini menggunakan air sumur bor yang telah dimasak lebih dulu sehingga bakteri yang ada mati. Bakteri yang ada di sampel kemungkinan asalnya dari proses pembuatan es batu tersebut, alat yang digunakan dan kondisi pedagang. Sampel dari kantin ini diambil pagi dan dalam keadaan utuh.

Kantin 1, 4, 7, 11, 14, 15, 18, 19 dan penjual es batu keadaan kurang higienis, lembab, kantin 15 saluran airnya terbuka, kecuali pada kantin 18 dan 19 kondisi kantinnya lebih bersih dari yang lain. Saluran pembuangan air limbah bekas makanan dan minuman yang tidak tertutup dapat menyebabkan kemungkinan terjadinya pertumbuhan bakteri dari limbah di lingkungan kantin. Sistem pembuangan air limbah di kantin juga kurang diperhatikan. Pedagang disebagian kantin membuang air limbah langsung ke tanah dibagian belakang kantin. Aliran air pada siring pembuangan juga terkadang tidak mengalir dan menggenang sehingga menyebabkan timbulnya bau tidak sedap disekitar kantin. Berdasarkan penelitian sebelumnya air limbah atau air kotor mengandung berbagai zat yang sifatnya membahayakan kehidupan manusia maupun hewan.⁸²

⁸¹ Nabila Rasyida, "Perbedaan Jumlah Keberadaan Bakteri *Echerichia coli* pada Es Batu yang Berbahan Baku Air PDAM dan non-PDAM pada Penjual Minuman di Sekitar Stadion Manahan Surakarta", (Jurnal FK Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta), 2016, hlm 8

⁸² *Op. Cit.* Nur Laila Agustina, hlm 26

Sampel diambil tidak sedang dalam musim penghujan, kecuali pada kantin 4. Sampel es batu juga diambil pagi saat es belum banyak terkena tangan kemudian dengan kondisi utuh. Es batu yang dijadikan sampel beberapa diantaranya diambil dalam keadaan utuh dan ada yang terdapat lubang pada plastik pembungkus yang memungkinkan timbulnya kontaminasi di es tersebut, tetapi hanya sedikit.

Kantin yang tergolong memenuhi syarat hanya kantin 16 dan 19 (pada EMB). Pada kantin 19 tidak adanya kontaminasi, ini dikarenakan air yang digunakan merupakan air matang. Air yang telah direbus terlebih dahulu minim terdapat kontaminasi bakteri, karena kelompok mikroba *coliform* tidak dapat bertahan pada suhu diatas batas maksimumnya. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengatakan bakteri *coliform* dapat bertahan berbulan-bulan pada tanah dan di dalam air, tetapi akan inaktif jika dipanaskan dengan suhu 60°C selama 20 menit. Bakteri dapat mengkontaminasi air jika air tersebut dipanaskan tapi tidak mendidih.⁸³ Bakteri *coliform* bisa mati jika dipanaskan pada suhu 60°C selama 15 menit.⁸⁴ Selain itu, proses memasak air selama 2-3 menit dengan suhu 100°C merupakan cara sederhana untuk membunuh seluruh bakteri, kecuali spora.⁸⁵ Spora bakteri kebanyakan rusak jika direbus dengan suhu 100°C selama 30 menit. Spora kuman ini juga ada yang tidak rusak ketika pemanasan pada suhu 100°C

⁸³ Febriana C. Sopacua dkk, "Kandungan *Coliform* dan Klorin Es Batu di Yogyakarta", (Jurnal Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta), tahun 2013, hlm 6.

⁸⁴ Ryan Falamy, dkk, "Deteksi Bakteri *Coliform* pada Jajanan Pasar Cincau Hitam di Pasar Tradisional dan Swalayan Kota Bandar Lampung", (Medical Jurnal of Lampung University, ISSN 2337-3776, Bandar Lampung), 2012, hlm 5

⁸⁵ *Op.Cit.* Muhammad Nurman A., hlm 779

dalam waktu 24 jam. Akan tetapi, semua spora bakteri akan mati pada pemanasan 121°C dalam waktu 15 menit.⁸⁶

Kantin 16 sebenarnya ada 1 koloni di media EMB tetapi karena ada koloni yang tumbuh pada kontrol maka jumlah koloni pada sampel dikurangi dengan jumlah yang tumbuh di media EMB. Kondisi dari kedua kantin ini cukup bersih juga tidak lembab, tetapi tetap ada banyak serangga lalat disekitarnya. Air yang digunakan pada kantin 19 selalu diganti, kemudian pada kantin 16 karena sepi pengunjung jadi sekalipun jarang diganti tetapi air tetap bersih. Sampel diambil pagi dan dalam keadaan utuh juga tidak terdapat lubang sehingga sangat minim terjadi kontaminasi bakteri pada sampel tersebut.

Kantin-kantin yang keadaannya telah diamati sesuai dengan faktor-faktor tingginya pertumbuhan bakteri *coliform*, seperti kondisi lingkungan dan alat yang digunakan kurang terjaga kebersihannya kemudian penjual juga sedikit tidak memperhatikan kesterilan diri pedagang saat menyajikan minuman. Sampel es batu dari berbagai kantin dan depot penjual air suling setelah diteliti didapatkan hasil berupa hampir semua sampel tersebut positif terkontaminasi bakteri *coliform*.

Bakteri *coliform* yang mengkontaminasi sampel es batu dalam dugaan sementara terdiri dari 5 jenis bakteri, yaitu *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Proteus* sp., *Shigella* sp., dan *Klebsiella* sp. Hasil penelitian ini sesuai dengan

⁸⁶ Emma Kartika, dkk, "Deteksi Bakteri Indikator Keamanan Pangan pada Sosis Daging Ayam di Pasar Flamboyan Pontianak", (Jurnal Protobiont, Vol. 3 No. 2, ISSN : 111-119), 2014, hlm 118

penelitian sebelumnya bahwa bakteri yang mengkontaminasi minuman jajan merupakan bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Proteus* sp., *Shigella* sp., *Enterobacter* sp. dan *Klebsiella* sp.⁸⁷ Bakteri yang ditemukan tersebut masih dalam dugaan sementara saja karena tidak dilakukan uji penegasan lebih lanjut pada sampel. Bakteri yang dapat dianalisis secara langsung adalah bakteri *E. coli* dan *Klebsiella* sp., di medium *MacConkey*, yaitu berupa koloni berwarna pink kemerahan pada *E. coli*, dan *Klebsiella* sp. kuning berlendir. Bakteri lainnya, yaitu *Salmonella* sp., *Proteus* sp., dan *Shigella* sp., dianalisis sebagai koloni yang sama, yaitu tidak berwarna pada medium *MacConkey*, sehingga belum dapat tentukan satu persatu.

Medium EMB juga sama, yang benar-benar dapat dianalisis pada medium ini adalah *E. coli* sebagai koloni berwarna biru kehitaman dan berkilau hijau metalik, kemudian *Klebsiella* sp. berwarna kemerahan berlendir. Bakteri lain seperti *Salmonella* sp., *Proteus* sp., juga *Shigella* sp. berupa koloni yang sama, yaitu transparan berwarna kuning bening sehingga belum dapat dianalisis satu persatu. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa koloni bakteri *Shigella* sp., *Proteus* sp. dan *Salmonella* sp. tidak berwarna serta tidak memfermentasi laktosa.⁸⁸ Sehingga ketiga bakteri tersebut tidak dapat dibedakan. Hal ini hanya dugaan sementara karena tidak dilakukan uji penegasan lanjut pada sampel.

⁸⁷ *Op.Cit.* Selian, dkk, hlm 131

⁸⁸ Bunga Ulama Nisya Tantri, "Identifikasi Bakteri *Escherichia coli*, *Shigella* sp., dan *Salmonella* sp. Pada Air Sumur Di Wilayah Pembuangan Limbah Tahu dan Limbah Ikan Kota Bandar Lampung", (Skripsi Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung), 2016, hlm. 17-18

Bakteri-bakteri ini dapat benar-benar dibedakan apabila menggunakan media khusus untuk ketiga bakteri tersebut, seperti media *Salmonella Shigella Agar* (SSA) untuk bakteri *Salmonella* sp. dan *Shigella* sp. Selain itu, dilakukan uji penegasan lebih lanjut untuk dapat mengetahui dan membedakan dari ketiga morfologi bakteri tersebut.

Bakteri yang ditemukan ini dapat dengan mudah berkembang biak apabila lingkungan tempat tumbuhnya sesuai kebutuhannya dan disebabkan juga oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingginya jumlah bakteri *coliform* meliputi : Pertama tidak diperhatikannya tingkat kebersihan dalam pembuatan es, baik dari air yang digunakan untuk membuat es, wadah untuk membuat es, bahkan pembuat es yang juga kurang memperhatikan kebersihan tubuhnya. Kedua dilihat dari sumber air, jika kurang memenuhi standar kelayakan konsumsi, sebaiknya dipanaskan terlebih dahulu sehingga dapat meminimalisasi bakteri atau mikroorganisme lain. Ketiga lingkungan pembuatan es juga mempengaruhi cemaran bakteri juga kurangnya kehygienisan pada air atau es batu. Terakhir kurangnya kesadaran, pengetahuan, dan disiplin manusia dalam memperhatikan kebersihan.⁸⁹

Kualitas mikrobiologik makanan dipengaruhi oleh kondisi pengolahan, pencemaran setelah pengolahan juga bakteri yang telah ada sebelumnya.

⁸⁹ Dewi Elfidasari, dkk, “Perbandingan Kualitas Es di Lingkungan Universitas Al Azhar Indonesia dengan Restoran *Fast Food* di Daerah Senayan dengan Indikator Jumlah *Escherichila coli* Terlarut”, (Jurnal Al Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi, Vol. 1, No. 1), Maret 2011, hlm. 21

Mikroorganisme yang ada tersebut, jumlah dan jenisnya dipengaruhi oleh faktor seperti lingkungan umum tempat bahan pangan berupa air diperoleh, kualitas mikrobiologi bahan baku/ segar, kondisi sanitasi tempat penanganan dan pengolahan. Sumber air jika kualitasnya tidak baik, maka mikroorganisme berbahaya dapat muncul dan proses pembekuan tidak bisa membuat bakteri tersebut mati. Mikroorganisme meskipun jumlahnya akan terus berkurang secara bertahap seiring berjalannya waktu tetapi tetap masih ada banyak bakteri yang dapat bertahan pada suhu rendah yang dimiliki es batu. Es batu tersebut saat mencair terdapat mikroorganisme lemah yang tersisa dan cenderung akan memulihkan kembali kondisi tubuhnya sehingga memungkinkan kuman untuk dapat menginfeksi orang yang mengkonsumsinya.⁹⁰

Bakteri *coliform* tersebut dapat ditemukan pada media yang peneliti gunakan saat melakukan penelitian, yaitu agar *MacConkey* dan *Eosin Methylen Blue* (EMB). Media ini merupakan sebagian jenis dari media selektif dan deferensial untuk mendeteksi ada atau tidaknya kontaminasi bakteri *coliform* pada makanan atau minuman. Medium seperti *MacConkey* dan EMB merupakan media yang di dalamnya terkandung beberapa jenis senyawa kimia sehingga mikroorganisme tertentu dapat dibedakan berdasarkan sifatnya. Media selektif diferensial ini dapat membedakan sifat mikroorganisme tertentu dalam suatu kultur campuran dari

⁹⁰ Shabrina Ari Rahmaniari dan Inayati Habib, “Perbandingan Kualitas Es Batu DI Warung Makan dengan Restoran di DIY dengan Indikator Jumlah Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* Terlarut”, Jurnal Penelitian Bagian Mikrobiologi, Prodi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Mutia Medika Vol. 11 No 3: 150 – 158, September 2011, hlm 156 - 157

jenis mikroba lainnya karena adanya respon yang berbeda terhadap senyawa kimia.⁹¹

Kuman yang bisa hidup pada media ini hanya kelompok bakteri *coliform*, hal ini karena ada *Bile Salt* (garam empedu) dan *Cristal Violet* yang berfungsi sebagai penghambat tumbuhnya mikroba lain. Cairan empedu merupakan campuran dari asam empedu, kolesterol, asam lemak, fosfolipid, pigmen empedu dan sejumlah xenobiotik terdetoksifikasi. Kombinasi tersebut merupakan zat yang bersifat membunuh bakteri tertentu terutama mikroorganisme dalam tubuh manusia, kecuali beberapa genus penghuni usus yang resisten dengan cairan empedu.⁹² Sifat dari garam empedu inilah yang menyebabkan bakteri selain flora normal usus akan mati ketika dibiakkan di media.

Bakteri yang hidup di media ini dibedakan menjadi kuman LF (Laktosa Fermenter) dan NLF (Non Laktosa Fermenter). Laktosa merupakan salah satu jenis gula yang dijadikan bahan komposisi kedua media ini. Zat ini berguna sebagai penciri dan pembeda antara bakteri yang bisa memfermentasi laktosa dengan tidak. Bakteri yang termasuk laktosa fermenter adalah *E. coli* juga *Klebsiella* sp., sedangkan *Salmonella* sp, *Shigella* sp. dan *Proteus* sp. tidak bisa sehingga koloni kuman ini cenderung tidak berwarna. Warna dari koloni bakteri *E. coli* dan *Klebsiella* di medium MC disebabkan karena adanya pH indikator

⁹¹ Ratu Safitri dan Sinta Sasika Novel, “*Medium Kultur Mikroorganisme*”, (Jakarta Timur, Trans Info Media), 2010, hlm 2

⁹² Lilis Nuraida, dkk, “Evaluasi In Vitro Terhadap Kemampuan Isolat Bakteri Asam Laktat Asal Air Susu Ibu untuk Mengasimilasi Kolesterol dan Mendekongugasi Garam Empedu”, (Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, Vol XXII No. 1, Fakultas Teknologi Pangan IPB, Bogor), 2011, hlm 49

berupa Natural Red yang mampu membedakan bakteri berdasarkan kemampuan memfermentasi laktosanya. Bakteri laktosa fermenter cenderung berwarna merah, ini karena ketika kuman memfermentasi laktosa menyebabkan meningkatnya kadar asam, sehingga koloni mikroba berwarna merah akibat dari kerja Natural Red.

Menurut hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa bakteri *coliform* khususnya *Escherichia coli* yang ada dalam air tidak mati pada saat proses pembekuan sehingga saat mencair dapat memungkinkan *E. coli* dapat aktif kembali. Bakteri *coliform* khususnya *Escherichia coli* adalah flora normal pada usus, dan sering kali menimbulkan infeksi. Kecepatan berkembang biak bakteri ini berada pada interval 20 menit jika faktor media, derajat keasaman, dan suhu sesuai. Selain tersebar di banyak tempat dan kondisi, bakteri ini tahan terhadap suhu bahkan pada suhu ekstrim sekalipun. Bakteri ini dapat tumbuh pada suhu antara 8°C sampai 46°C, tetapi optimalnya adalah 37°C. Bakteri, selain dapat dimatikan melalui proses perebusan juga bisa mati menggunakan teknik pembekuan mencapai 0°C. Kuman ini tidak semuanya akan mati pada pembekuan dengan suhu 0°C, oleh karenanya dimungkinkan masih ada beberapa bakteri yang tetap hidup. Es batu tersebut ketika mencair dan suhunya tidak terlalu rendah lagi, maka bakteri yang masih bertahan saat proses pembekuan akan bangun kembali

dan berkembang biak. Pencemaran dapat juga terjadi melalui mata rantai es batu dari produsen ke konsumen.⁹³

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat perbedaan jumlah tumbuhnya koloni bakteri pada kedua media ini. Perbedaan ini terjadi tidak dipengaruhi karena komposisi atau kondisi media, tetapi kemungkinan dikarenakan saat proses pengambilan sampel di tabung reaksi jumlah bakteri yang diambil berbeda. Perbedaan signifikan juga terjadi antara satu kantin yang menggunakan air matang dan kantin lain yang hanya menggunakan air suling. Perbedaan ini disebabkan adanya proses perebusan air yang digunakan, hal ini berhubungan dengan faktor suhu yang mempengaruhi kerja protein pada tubuh bakteri. Protein ini kerjanya sangat dipengaruhi oleh suhu, jika terlalu rendah maka akan menjadi inaktif tapi saat melampaui batas maksimum (terlalu tinggi) yang terjadi adalah denaturasi atau kerusakan pada protein. Bakteri semua jenisnya kecuali *Mycobacterium* dan yang dapat tahan terhadap suhu ekstrim akan mati jika dipanaskan melebihi batas maksimumnya, tapi jika tidak direbus dan langsung dibekukan maka bakteri tidak akan mati, melainkan hanya inaktif atau terhambat aktivitas kerja proteinnya.

Menurut hasil penelitian sebelumnya mengatakan bahwa mikroorganisme sekalipun aktivitasnya terhambat pada suhu rendah dan umumnya akan berhenti dibawah suhu pembekuan, tetapi terdapat perbedaan kemampuan mikroba untuk bisa tahan dengan proses pembekuan dan thawing (pencairan). Faktor-faktor yang

⁹³ *Op. Cit.* Shabrina Ari Rahmانيar dan Inayati Habib, hlm 156

mempengaruhi perbedaan kemampuan bertahan tersebut diantaranya jenis dan strain organisme, fase pertumbuhan, laju pertumbuhan, laju pendinginan dan holding temperature. Pembekuan dan thawing ini sekali pun dapat merusak sel, tetapi telah diketahui bahwa beberapa bakteri (*E. coli*, *Salmonella* dan *Shigella*) dapat bertahan hidup, bahkan dalam kondisi alkohol tinggi.⁹⁴

Mikroorganisme ini ada tidaknya pada es batu dipengaruhi oleh proses pembekuan. Air yang dibekukan melalui proses pembekuan lambat akan membentuk kristal dan konsentrasi cairan ekstrasel akan meningkat, akibatnya terjadi dehidrasi pada sel mikroba. Selain itu, cairan dalam sel mikroba akan ikut membeku dan akhirnya membunuh bakteri tersebut jika proses pendinginan diteruskan. Kristal es yang terbentuk dari proses pembekuan cepat relatif kecil dan cairan intraselular pada mikroba akan cepat membeku. Mikroba yang menjalani proses pembekuan cepat akan mengalami thermal shock dan dapat menimbulkan efek letal karena mikroorganisme tidak sempat beradaptasi. Pedagang kantin biasanya melakukan proses pembekuan lambat untuk membuat es dagangannya, sehingga bisa jadi terdapat mikroorganisme yang dapat beradaptasi dan bertahan hidup.

Berdasarkan hasil yang diperoleh juga diketahui bahwa bakteri *coliform* cenderung resisten dengan suhu dingin termasuk pada es batu. Penelitian terhadap *E. coli* (bakteri *coliform fekal*) yang telah dikerjakan oleh peneliti sebelumnya mendapatkan hasil bahwa kuman ini dapat bertahan pada suhu pendingin

⁹⁴ *Op.Cit*, Antung Sima Firlieyanti, hlm 31 dan 33

dibandingkan dengan khamir *Saccaromyces cerevisiae*. Bakteri *E. coli* juga diklasifikasikan ke dalam jenis bakteri psikrofil yang frekuensinya sedikit tetapi secara reguler sering diisolasi dari sampel bersuhu rendah (dibawah 7°C).⁹⁵

C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

Tujuan pembelajaran Biologi antara lain untuk mengembangkan pengetahuan praktik dari metode Biologi guna memecahkan masalah kehidupan. Pemecahan masalah ini selain untuk kehidupan individu juga sosial serta mengembangkan pola pikir ilmiah melalui berbagai jenis penelitian dan percobaan. Materi pembelajaran Biologi SMA tentang Kingdom Monera pada peserta didik kelas 10 semester ganjil, yaitu pada SK 2. Memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup, KD.2.2 Mendeskripsikan ciri-ciri *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* dan peranannya bagi kehidupan.

Materi mengenai bakteri ini selain dapat dikaji dengan teori, juga dapat dilakukan melalui praktikum sehingga dapat menjawab permasalahan dari topik pembelajaran. Praktikum yang dilakukan siswa berguna untuk melatih penggunaan metode ilmiah dalam menghadapi berbagai masalah. Kemampuan siswa dalam mengatasi masalah melalui kegiatan praktikum pembelajaran dapat menambah berbagai macam pengetahuan dan pengalaman baru. Kegiatan praktikum sangat berguna untuk mendukung kegiatan belajar mengajar, karena dengan diberlakukannya metode ini siswa jadi bisa lebih menguasai materi

⁹⁵ *Ibid*, Antung Sima Firlieyanti, hlm 31 dan 33

ketimbang hanya membaca materi di buku. Oleh karenanya, penelitian mengenai mikroba ini bisa dipakai sebagai bahan pengembangan petunjuk praktikum pada konsep tersebut.

Kompetensi dasar yang diharapkan dapat dimiliki para peserta didik yaitu, siswa bisa mendeskripsikan ciri-ciri *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* juga peranannya bagi kehidupan. Memahami pemanfaatan bakteri dalam pengolahan bahan makanan juga keamanan pangan melalui kegiatan praktikum. Metode yang tepat dibutuhkan dalam memberikan pengalaman belajar bermakna bagi siswa. Metode eksperimen digunakan sebagai pendukung uraian materi Kingdom Monera pada siswa SMA kelas 10 semester ganjil.

Seorang siswa harus dapat menguasai metode eksperimen sebagai salah satu cara pembelajaran yang ada karena memberikan pengalaman langsung dalam melaksanakan proses belajar. Metode pembelajaran ini digunakan untuk dapat menjawab permasalahan dari topik materi pelajaran melalui percobaan yang akan dilakukan.

Pembelajaran melalui metode eksperimen ini, siswa dilatih untuk dapat lebih efektif dalam berpikir sehingga bisa menghadapi berbagai masalah dan memperoleh ilmu pengetahuan. Pengalaman selama kegiatan praktikum sangat berguna bagi siswa dan dapat memberikan pengetahuan tentang keterampilan dalam menggunakan alat-alat laboratorium.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat bakteri *coliform* pada hampir semua es batu di berbagai kantin UIN Raden Intan Lampung.
2. Sampel es batu yang tergolong dalam cemaran berat pada media *MacConkey* ada 4, yaitu kantin 8, 9, 10 dan 17, sedangkan pada media *Eosin Methylene Blue* (EMB) ada 8, yaitu kantin 2, 6, 7, 8, 9, 10, 12 dan 17. Sampel es batu yang tergolong cemaran sedang pada media MC ada 6, yaitu kantin 2, 3, 5, 6, 12 dan 13, sedangkan pada media EMB ada 4, yaitu 3, 5, 13 dan 15. Sampel es batu yang tergolong cemaran ringan pada media MC ada 9, yaitu dari kantin 1, 4, 7, 11, 14, 15, 18, 19 dan penjual es batu, sedangkan di media EMB ada 6, yaitu kantin 1, 4, 7, 11, 14, 18, dan penjual es batu. Sampel es batu yang tergolong memenuhi syarat ada 2, yaitu kantin 16 dan 19, tetapi kantin 19 hanya pada media EMB saja.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka disarankan :

1. Bagi peserta didik

Mampu mengoptimalkan penggunaan penuntun praktikum dalam proses pembelajaran biologi agar dapat lebih terampil dalam menjalankan kegiatan praktikum dan meningkatkan pemahaman materi serta berpikir kritis dalam memecahkan suatu masalah.

2. Bagi pendidik

Mampu mengembangkan proses kegiatan belajar mengajar melalui pengalaman secara langsung dengan melakukan kegiatan praktikum di lapangan.

3. Bagi masyarakat

Untuk masyarakat umum terutama para penjual agar dapat menjaga kebersihan lingkungan kantin terutama penggunaan bahan baku, kondisi sanitasi diri, alat serta pengolahan minuman yang akan diujakan. Sedangkan untuk konsumen agar lebih memperhatikan kehygienisan makanan dan minuman yang diujakan di kantin.

4. Bagi peneliti

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai identifikasi bakteri *coliform* pada es batu sampai ke tingkat spesies untuk mengetahui secara rinci jenis bakteri yang mengkontaminasi es batu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, Syamsunir. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Parasitologi Untuk Perawat*. Jakarta. EGC. 1995.
- Afif, Fathoni, dkk. "Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* pada Air Minum Isi Ulang yang Diproduksi Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Padang Selatan". *Jurnal Kesehatan Andalas Vol. 4, No. 2*. Universitas Andalas. Padang, 2015.
- Agustina, Nur Laila. "Hubungan antara Higiene Penjamah dan Sanitasi Makanan dengan Keberadaan Bakteri *Escherichia coli*". *Jurnal Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Fakultas Ilmu Keolahraaan UNNES. Semarang, 2011.
- Andrianto, Petrus. *Penatalaksanaan dan Pencegahan Diare Akut Edisi 2*. Jakarta. EGC. 1995.
- Bambang, Andrian, dkk. "Analisis Cemarkan Bakteri Coliform dan Identifikasi *Escherichia Coli* Pada Air Isi Ulang Dari Depot Di Kota Manado". *Pharmakon Jurnal Ilmiah Farmasi-Unsrat, Manado, Vol.3 No.3*. Prodi Farmasi FMIPA UNSRAT. Manado, 2014.
- Campbell, Neil A., dkk. *BIOLOGI Jilid 2 Edisi Ke 8*. Jakarta. Erlangga. 2008.
- Danisa, Putri dan Sri Latifah. "Studi Proses Pengolahan Air Baku Menjadi Air Bersih Di PDAM Tirta Jasa Branti Lampung Selatan". *Jurnal Jurusan Pendidikan Biologi Biosfer Vol. 4, No. 2*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan IAIN Raden Intan Lampung. Lampung, 2012.
- Departemen Agama RI. *Mushaf Al-Qur'an Terjemah*. Jakarta. Pena Pundi Aksara. 2002.
- Dwijoseputro. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta. Penerbit Djambatan. 2010.
- Elfidasari, Dewi, dkk. "Perbandingan Kualitas Es di Lingkungan Universitas Al Azhar Indonesia dengan Restoren *Fast Food* di Daerah Senayan dengan Indikator Jumlah *Escherichia coli* Terlarut". *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi, Vol.1, No.1*. Universitas Al-Azhar. Jakarta, 2011.

- Falamy, Ryan. "Deteksi Bakteri Coliform pada Jajanan Pasar Cincau Hitam di Pasar Tradisional dan Swalayan Kota Bandar Lampung". *Medical Journal Of Lampung Universit*. Universitas Lampng. Bandar Lampung, 2012.
- Faraknimela, Titi L., dkk. "Uji Efek Anti Bakteri Jamur Endofit Akar Tumbuhan Bakau (*Sonneratia alba*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*". *Jurnal e-Biomedik*, Vol. 3 No. 3. Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi. Manado, 2015
- Firleyanti, Antung Sima. "Evaluasi Bakteri Indikator Sanitasi Di Sepanjang Rantai Distribusi Es Batu Di bogor". *Jurnal Pert.Indon*, Vol.11(2). Staf Pengajar Departemen Ilmu Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor, 2006.
- Hadi, Basri, dkk. "Uji Bakteriologis Es Batu Rumah Tangga Yang Digunakan Penjual Minuman Di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang". *Jurnal Kesehatan Andalas Vol : 3 No. 2*. Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Padang, 2014.
- Herawati, Tika, dkk. "Perbedaan Jumlah *Coliform* pada Air Minum Isi Ulang Setelah Pengolahan Berdasarkan Sumber Air Baku di Depot Air Minum Isi Ulang Kota Tasikmalaya". *Jurnal penelitian Fakultas Ilmu Kesehatan Peminatan Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Kerja*. Universitas Siliwangi. Tasikmalaya, 2012.
- Hidayat, Nur, dkk. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta. CV. Andi Offset. 2006.
- Kartika, Emma. "Deteksi Bakteri Indikator Keamanan Pangan pada Sosis Daging Ayam di Pasar Flamboyan Pontianak". *Jurnal Protobiont*, Vol. 3 No. 2. Prodi Biologi, FMIPA, Universitas Tanjungpura. Pontianak, 2014.
- Kurniasih, Rizqi Putri, dkk. "Hubungan Higiene dan Sanitasi Makanan dengan Kontaminasi Bakteri *Escherichia coli* dalam Makanan di Warung Makanan Sekitar Terminal Borobudur, Magelang". *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol. 3 No. 1. FKM UNDIP Semarang. Semarang, 2015.
- LS., Selian, dkk. "Uji *Most Probable Number* (MPN) dan Deteksi Bakteri *Coliform* dalam Minuman Jajan yang dijual di Sekolah Dasar Kecamatan Sukabumi Kota Bandar Lampung". *Jurnal Kesehatan*. FK UNILA. Bandar Lampung, 2013.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. "Salinan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu

Air”. *Surat Edaran Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia*. Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia. Jakarta, 2003.

Mirawati, Mega, dkk. “Identifikasi *Salmonella* pada Jajanan yang Dijual di Kantin dan Luar Kantin Sekolah Dasar”. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan*, Vol. 1 No. 2. Poltekkes Kemenkes Jakarta III. Jakarta, 2014.

Nadanti, Alifia. “Gambaran Higiene Sanitasi Pengolahan Es Buah yang Terkontaminasi Bakteri *Coliform* di Kelurahan Pisangan Kota Tangerang Selatan”. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Prodi Kesehatan Masyarakat, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Jakarta, 2015.

Natalia, Lidya Ayu. “Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang Di Kabupaten Blora Melalui Metode *Most Probable Number*”. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Semarang, 2014.

Nugroho, Dimas. “Uji Mikrobiologis Pada Berbagai Jenis Air Minum”. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta, 2015.

Nuraida, Lilis, dkk. “Evaluasi In Vitro Terhadap Kemampuan Isolat Bakteri Asam Laktat Asal Air Susu Ibu untuk Mengasimilasi Kolesterol dan Mendekongugasi Garam Empedu”. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol XXII No. 1. Fakultas Teknologi Pangan IPB. Bogor, 2011.

Nurman, Muhammad, dkk. “Identifikasi Bakteri *Coliform* yang Terdapat pada Minuman Es Teh di Rumah Makan Tepi Laut Purus Padang Barat”. *Jurnal Kesehatan Andalas*. FK UNAND. Padang, 2015.

Nuryani, Dewi, dkk. “Kontaminasi *Escherichia coli* pada Makanan Jajan di Kantin Sekolah Dasar Negeri Wilayah Denpasar Selatan”. *Enterotrophic* Vol. 10 No. 1. FK Universitas Udayana. Denpasar, Bali, 2016.

Pelczar, Mikhael J., dan Chan. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 2*. Jakarta. UI Press. 2005.

Perdana, Sukma. “Hubungan Letak Astronomis, Geografis, Geologis dan Luas Wilayah dengan Sumber Daya di Indonesia”. *Sumber Belajar Penunjang PLPG 2016 Mata Pelajaran/ Paket Keahlian Ilmu Pengetahuan Sosial*. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Guru dan Tenaga Kependidikan. Jakarta, 2016.

- Pratiwi, Rina. "Distribusi Bakteri Coliform di SITU Cilodong Depok Jawa Barat". *Faktor Exacta Vol. 6 No. 4*. Universitas Indraprasta PGRI. Depok, 2013.
- Prayitno, Agus. "Uji Bakteriologi Air Baku Dan Air Siap Konsumsi Dari PDAM Surakarta Ditinjau Dari Jumlah Bakteri coliform". *Skripsi*. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta, 2009.
- Purnamasari, Ika. "Hygiene Sanitasi dan Pemeriksaan Kandungan Bakteri *Escherichia coli* pada Es Krim yang dijajakan di Kecamatan Medan Petisah Kota Medan". *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara. Medan, Sumatera Utara, 2009.
- Putra, I Dewa Gede Natih Kacu, dkk. "Analisis Mutu Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali". *Jurnal penelitian*. Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian UNUD. Bali, 2012.
- Putri, Naftalena Dwi. "Identifikasi Bakteri E. Coli Pada Es Batu Yang Dijual Warung Nasi Di Kelurahan Pisangan Tahun 2015". *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta, 2015.
- Putri, Tika Arifani dan Ririn Yudhastuti. "Kandungan Besi Pada Air Sumur dan Gangguan Kesehatan Masyarakat Di Sepanjang Sungai Porong Desa Tambak Kalisogo Kecamatan Jabon Sidoarjo" *Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol. 7 No.1*. Departemen Kesehatan Lingkungan FKM Universitas Airlangga Surabaya. Surabaya, 2013.
- Radji, Maksum, dkk. "Pemeriksaan Bakteriologis Air Minum Isi Ulang Di Beberapa Depo Air Minum Isi Ulang Di Daerah Lenteng Agung dan Srengseng Sawah Jakarta Selatan". *Majalah Ilmu Kefarmasian, Vol, V, No. 2*. Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Departemen Farmasi FMIPA UI, UI Press. Depok, 2008.
- Rahmaniar, Shabrina Ari dan Inayari Habib. "Perbandingan Kualitas Es Batu di Warung dengan Restoran DIY dengan Indikator Jumlah Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* Terlarut". *Jurnal Mutiara Medika, Vol, 11, No.3*. Prodi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta, 2011.

- Rasyida, Nabila. "Perbedaan Jumlah Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* pada Es Batu yang Berbahan Baku Air PDAM dan non-PDAM pada Penjual Minuman di Sekitar Stadion Manahan Surakarta". *Jurnal Kesehatan*. FK Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta, 2016.
- Rifta, Riany, dkk. "Studi Identifikasi Keberadaan *Escherichia coli* pada Es Batu yang Digunakan oleh Pedagang Warung Makan di Tembalang". *Jurnal Kesehatan Masyarakat Vol. 4, No. 2*. FKM UNDIP. Semarang, 2016.
- Rusmana, Djaja, dkk. "Bakteri Coliform dalam Es Batu pada Tiga Rumah Makan Ayam Goreng Siap Saji di Bandung". *JKM Vol. 9 No. 2*. Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranata. Bandung, 2010.
- Sabrina, Ratu dan Sinta Sasika Novel. *Medium Kultur Mikroorganisme*. Jakarta Timur. Trans Info Media. 2010.
- Sopacua, Febiana Christine, dkk. "Kandungan Coliform dan Klorin Es Batu Di Yogyakarta". *Jurnal Penelitian*. Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya. Yogyakarta, 2013.
- Tantri, Bunga Ulama Nisya. "Identifikasi Bakteri *Escherichia coli*, *Shigella* sp., dan *Salmonella* sp. Pada Air Sumur Di Wilayah Pembuangan Limbah Tahu dan Limbah Ikan Kota Bandar Lampung". *Skripsi*. Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung. Bandar Lampung, 2016.
- Utami, Ning Sri, dkk. "Kaitan Pencemaran Bakteri *Coliform* dan Bakteri *E. Coli* Pada Air Sumur Penduduk Dengan Padat Pemukiman Di Kecamatan Jebres Kota Surakarta Tahun 2012". *Jurnal Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2012.
- Wahyuni, Ikha, dkk. "Deteksi Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* Pada Minuman Es Jeruk di Cafe Lesehan Pantai Talise Palu". *Jurnal Biocelbes, Vol 7 No 2*. FMIPA Universitas Tadulako Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu. Sulawesi Tengah, 2013.
- Wibawa, Anton. "Faktor Penentu Kontaminasi Bakteriologi pada Makanan Jajanan di Sekolah Dasar". *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional Vol. 3 No. 1*. Sub Umum Perencanaan Dinas Kesehatan Kabupaten Tangerang. Tangerang, 2008.
- Widiyanti, Ni luh Putu Manik, dkk. "Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi Ulang di Kota Singaraja Bali". *Jurnal Ekologi*

Kesehatan Vol 3 No 1. Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas P-MIPA IKIP Negeri Singaraja. Bali, 2004.

Zein, Umar, dkk. "Diare Akut disebabkan Bakteri". *e-USU Repository*. Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara, 2004.

